MN43

Durchführung und Auswertung der Inventur des Mae Pan Waldes (Nordthailand)

(Ein Beispiel für die Erfassung des Zustandes von Teak-Naturwäldern als Grundlage für die Planung einer intensiven Bewirtschaftung)

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Hamburg

vorgelegt von
Chumni Boonyobhas
aus Surathani (Thailand)

Hamburg 1961

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Durchführung und Auswertung der Inventur des Mae Pan Waldes (Nordthailand)

(Ein Beispiel für die Erfassung des Zustandes von Teak-Naturwäldern als Grundlage für die Planung einer intensiven Bewirtschaftung)

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Hamburg

vorgelegt von

Chumni Boonyobhas
aus Surathani (Thailand)

Hamburg 1961

1280/63

Als Manuskript vervielfältigt
in der Fotostelle der Bibliothek des Instituts für Weltwirtschaft, Kiel

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Einleitung und Problemstellung.	1
2.	Allgemeine Vorbemerkungen über die Teak-Situation in Thailand.	2
21.	Über die Entwicklung der Forstwirtschaft in Thailand.	2
22.	Die Ergebnisse der Waldinventur 1957 und daraus abzuleitende Folgerungen.	4
23.	Beschreibung der Holzart Teak (Tectona grandis Linn.).	6
231.	Allgemeines.	6
232.	Geographische Verbreitung.	7
233.	Standörtliche Voraussetzungen.	7
234.	Vergesellschaftung mit anderen Holzarten.	8
235.	Naturverjüngung.	8
236.	Wachstumsverlauf.	10
237.	Waldbauliche Behandlung.	11
3.	Die Erhebung der Unterlagen.	14
31.	Allgemeine Beschreibung des MAE PAN Waldes.	14
32.	Die Durchführung der Inventurarbeiten.	16
321.	Inventurziel.	16
322.	Arbeitsorganisation (Inventurplanung).	17
323.	Basislinie, Aufnahmelinien (strips), Probeflächenabstand und Probeflächengröße.	17
324.	Bestimmung der Brusthöhenstärke und der Masse der Bäume.	19
325.	Höhenmessung, Ertragsklassenbestimmung, Durchmesserzuwachsmessung.	20
326.	Stubben-Inventur (stump inventory).	21
327.	Bambusinventur.	21
328.	Stratenbestimmung.	22
329.	Registrierung der Aufnahmedaten.	22

Seite

33. Übersicht über die untersuchten Bodenprofile. 23

34. Stammanalyse. 23

341. Bearbeitung und Messung der Stammscheiben. 24

342. Auswertung der Stammanalyse. 26

3421. Höhe über Alter. 26

3422. Höhe über Durchmesser. 28

3423. Durchmesser über Alter. 28

3424. Masse über Alter. 29

3425. Masse über Durchmesser. 30

3426. Masse über Brusthöhenkreisfläche. 31

3427. Aufstellung eines vorläufigen Logtarifs für die Holzart Teak mit Hilfe der analysierten Stämme. 32

34271. Der thailändische "Teak-Tarif" 1957. 36

3428. Zum Problem der Kreisflächenbestimmung an unregelmäßigen Stammquerschnitten aus Umfangs- bzw. Durchmessermessung. 41

35. Bodenuntersuchungen. 47

351. Zum Wachstum von Teak auf verschiedenen Standorten. 47

352. Dünnschliff-Auswertung. 49

353. Bewertung der Bodenprofile. 53

36. Auswertung der Inventur. 58

361. Auswertungsplan. 58

362. Lochkartenauswertung. 62

37. Ergebnisse der Inventur. 62

371. Holzvorrat. 62

372. Stammzahlverteilung. 64

373. Genauigkeitsberechnung. 67

374. Massenzuwachsermittlung. 72

375. Bambusinventur. 77

376. Stubbeninventur. 78

377. Stratenverteilung. 81

378. Zusammenfassung der wichtigsten Inventurergebnisse. 82

Seite

4. Folgerungen aus den Ergebnissen der Waldinventur. 88

41. Forstpolitische Folgerungen. 88

42. Forstbetriebliche Folgerungen am Beispiel des MAE PAN Waldes. 91

421. Maßnahmen für die Erstellung und Erfüllung eines Betriebsplans. 91

422. Verwaltungsaufbau. 92

423. Ertragsregelung. 94

4231. Bisherige Methoden der Ertragsregelung. 94

4232. Methoden der Ertragsregelung bei intensiver Bewirtschaftung. 96

424. Pflegemaßnahmen. 101

425. Aufforstungsvorhaben. 102

4251. Über bisher durchgeführte Aufforstungen und das dabei angewandte Verfahren. 102

4252. Planung der Aufforstungsvorhaben aufgrund von Inventurergebnissen am Beispiel des MAE PAN Waldes. 103

426. Erschließungsmaßnahmen. 105

427. Zusammenfassung der forstbetrieblichen Folgerungen. 106

5. Zusammenfassung der Ergebnisse. 109

Literaturverzeichnis

Verzeichnis der Tabellen

Tabellenanhang

Lebenslauf

1. Einleitung und Problemstellung.

In jüngster Zeit werden in Thailand große Anstrengungen unternommen, durch plangerechtes Wirtschaften zu einer Gesundung der volkswirtschaftlichen Verhältnisse zu gelangen. Dabei spielt die Forstwirtschaft als wichtigster Devisenlieferant und Regulator für die Wasserverhältnisse eine entscheidende Rolle. Die Regierung hat deshalb ein großes Interesse, diesen Zweig der Volkswirtschaft zu fördern.

Bei der Durchführung dieses Vorhabens ist die laufende Kontrolle der Maßnahmen sowohl auf Landesebene als auch im forstbetrieblichen Rahmen von großer Bedeutung.

Durch eine Beobachtung der Entwicklung im Landesmaßstab werden Grundlagen für die zukünftige Gesetzgebung und für die Landesbenutzungsplanung gewonnen, während die forstbetrieblichen Maßnahmen unmittelbar zu einer Intensivierung und Produktionssteigerung führen sollen.

In Thailand ist bislang auf dem Gebiet der forstlichen Betriebsplanung wenig unternommen worden, da das forstliche Versuchswesen noch in den Anfängen steckt und keinerlei ertrags- und holzmeßkundliche Unterlagen vorhanden sind. Wirtschaftspläne für begrenzte Waldgebiete existieren daher noch nicht.

In der vorliegenden Arbeit werden für ein abgegrenztes Gebiet des teakenthaltenden Waldes im Norden des Landes, den MAE PAN Wald, die forstwirtschaftlichen Grundlagen für einen Wirtschaftsplan aus den Ergebnissen einer Waldinventur hergeleitet. Durch einen Vergleich mit den forstwirtschaftlichen Verhältnissen in einem größeren Gebiet werden die Besonderheiten des untersuchten Waldgebietes herausgestellt und aus den Ergebnissen forstpolitische und forstbetriebliche Folgerungen gezogen.

2. Allgemeine Vorbemerkungen über die Teak-Situation in Thailand.

21. Über die Entwicklung der Forstwirtschaft in Thailand.

Die Nutzung der Teak-Wälder in Thailand befand sich bis zum Ende des 19. Jahrhunderts mehr oder weniger regellos in den Händen der Laoshäuptlinge, die die Nutzungsgenehmigungen hauptsächlich an burmesische und chinesische Holzhändler erteilten (Bourke-Borrow (7) und Sirivarna (71)).

Ab 1883 ließen sich amerikanische und europäische Firmen in Thailand nieder, die allmählich die gesamte Holzgewinnung aus den Exploitations-Teak-Wäldern übernahmen. Seitens der Behörden begann man einzusehen, welche Gefahren dem natürlichen Reichtum des Landes durch die Übernutzung drohten. Um diese Umstände zu verbessern, berief die siamesische Regierung im Jahre 1895 den englischen Forstmeister H.A. Slade, der bis zu jener Zeit in Burma tätig gewesen war. Forstmeister Slade ergriff sofort Maßnahmen, die bis zum heutigen Tage die Tätigkeit des Royal Forest Department bestimmen.

Das Recht auf Erteilung von Hiebsgenehmigungen wurde den Laoshäuptlingen entzogen und den Beamten des neugegründeten Royal Forest Department übertragen. Im Jahre 1909 wurde die Neuorganisation in folgender Weise durchgeführt:

a) Die Genehmigungen an die Nutzungsfirmen wurden nur von der siamesischen Regierung erteilt.
b) Für den Einschlag der Teak-Bäume wurde ein gesetzlicher Mindestumfang (girth limit) vorgeschrieben.
c) Es erfolgte eine Unterteilung des gesamten Teak—Areals in "forest divisions".

Von dieser Zeit an wurde das Exploitationssystem von Brandis, das bereits sehr erfolgreich in Indien und Burma angewandt worden war, auch in Thailand eingeführt. Das Verfahren der Konzessionserteilung wurde neu geordnet. Die Anzahl der "felling series" (forstliche Betriebseinheit) wurde von 105 auf 40 herabgesetzt, die "felling cycles" (Fällungszyklen) von 12 auf 30 Jahre erhöht. Jede "felling serie" wurde in zwei gleiche "compartments" aufgeteilt,

jedes "compartment" in einer Periode von 15 Jahren exploitiert. In einer laufenden Periode ringelte man alle Teak-Bäume mit einem Umfang von mehr als 6 ft 4,5" (193 cm) für den Einschlag, nur einige Mutterbäume (bis zu 20 %) ließ man stehen und markierte sie als "reserved trees".

Durch die anwachsende Zahl der Mitarbeiter konnte das Royal Forest Department allmählich eine größere Kontrolle über die Lizenzen und Konzessionseinschläge gewinnen. Im Jahre 1919 richtete das Royal Forest Department eine "girdling division" (Ringelungsabteilung) ein und übernahm nun allein Auswahl und Ringelung der einzuschlagenden Teak-Stämme. Der Mindestumfang der hiebsreifen Bäume wurde im Jahre 1925 auf 6 ft. 8,5" (203 cm) heraufgesetzt. Diese Vorschriften wurden bis zum Ausbruch des II. Weltkrieges beachtet.

Die Nutzung von 95 % des teaktragenden Areals lag in den Händen europäischer Firmen, wie Bombay Burma Co. (engl.), Borneo Co. (engl.), Anglo Thai Co. (engl.), Louis T. Leonowens (engl.) und East Asiatic Co. (dän.). Siamesische Konzessionsträger hatten einen Nutzungsanteil von 14 % und die Forest Industry Organisation von nur 1 %.

Nach dem II. Weltkrieg übernahm der Staat in steigendem Maße den Holzeinschlag. Die Regierung schränkte die Konzessionserteilungen ein bzw. zog sie allmählich ganz zurück. Der Staat selbst übernahm nun die Rolle des Konzessionärs. Die Forest Industry Organization (FIO) wurde verstaatlicht und dem Generaldirektor des Royal Forest Department unterstellt, sie spielt heute eine bedeutende Rolle in der Forstwirtschaft Thailands. Im Jahre 1960 übernahm die FIO die gesamten Teak-Einschläge und ein Drittel der Produktion der anderen Holzarten.

Mit Beginn des 20. Jahrhunderts verwandelte sich somit die bisher regellose Teak-Nutzung allmählich in eine vom Staat gelenkte Form der Nutzung (Loetsch, 45). Übertretungen von Gesetzen und andere Unregelmäßigkeiten gingen mehr und mehr zurück. Durch diese Entwicklung waren bis zum II. Weltkrieg Ansätze für eine erfolgversprechende Teak-Wirtschaft geschaffen worden. Durch Revolutionen in Thailand und durch Kriegseinflüsse bedingt wurde die so günstig begonnene Entwicklung leider unterbrochen.

22. Die Ergebnisse der Waldinventur 1957 und daraus abzuleitende Folgerungen.

Im Jahre 1955 berief die thailändische Regierung Professor Dr. Loetsch von der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Reinbek als Experten für Inventurfragen im Rahmen der FAO nach Thailand. Für die Provinzen Lampang, Lampoon, Chiengmai, Chiengrai und Prae wurde von Ende 1956 bis Ende 1957 unter seiner Leitung eine Großrauminventur durchgeführt. Die Resultate dieser Inventur übertrafen hinsichtlich des Schwundes der Holzvorräte selbst die schlimmsten Erwartungen.

Die Inventurergebnisse zeigten eindeutig, daß sich in den untersuchten Provinzen der völlige Zusammenbruch der thailändischen Teak-Wirtschaft in Kürze vollziehen wird, wenn es der Regierung nicht gelingt, geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um die vorliegenden Mißstände abzustellen.

Es wurde von Loetsch (45) festgestellt, daß sich

a) die Fläche des teaktragenden "mixed deciduous forest" gegenüber früher um mehr als die Hälfte verringert hat und
b) daß auf der teaktragenden Waldfläche außerdem eine starke Vorratsverminderung eingetreten ist.

Die Ursachen für diesen Schwund des Teak-Vorrates sind in dem fortschreitenden Brandrodungsbau und in den in erschreckendem Ausmaß zunehmenden illegalen Einschlägen zu finden.

Der fortschreitende Brandrodungsbau ist in erster Linie durch die starke Bevölkerungszunahme bedingt. Die Bevölkerung Thailands beträgt heute 39 Einwohner per km^2 gegenüber ca. 20 Einwohnern per km^2 vor 30 Jahren. Die gegenwärtige Bevölkerungszunahme, 500.000 Einwohner pro Jahr, weist darauf hin, daß mit einer Lösung des Problems der Waldverringerung ohne wirksame staatliche Maßnahmen nicht gerechnet werden kann. Der Landhunger und damit die Waldverwüstung sind zu einem innerpolitischen Problem ersten Ranges geworden. Die im Überschwemmungsbau dauernd genutzten Flächen reichen für viele Familien nicht mehr aus, deshalb suchen sie sich in den Wäldern neues Land und nutzen es in Form der

"shifting cultivation". Im Norden des Landes baut man auf diesen Flächen hauptsächlich Bergreis, Mais und einige Gemüsearten, im Süden, Osten und Zentralthailand kommen dazu noch sogenannte "Cash crops", wie Gummi, Zuckerrohr und Tapioka.

Liefert der Boden nicht mehr genug Ertrag, so überläßt man die Fläche wieder sich selbst. Damit entsteht neuer Landbedarf, und neue Rodungen werden durchgeführt. Würden sich diese Rodungen nur auf das Abbrennen der zum Anbau der landwirtschaftlichen Gewächse notwendigen Flächen beschränken, so würden diese Waldzerstörungen noch ein geringeres Ausmaß haben. Leider werden meist Flächen in viel größerem Ausmaß vernichtet. Auf diesen Flächen wächst sehr schnell der sogenannte "second growth", meist aus wertlosen Weichhölzern und Bambus oder auch Imperatagras bestehend, der auf lange Jahre hinaus die Verjüngung des wertvollen Teakholzes verhindert.

Der illegale Einschlag wertvoller Holzarten hat besonders nach dem Kriege in erschreckendem Maße zugenommen. Unter illegalem Einschlag versteht man jede Holznutzung, die nicht durch das Royal Forest Department genehmigt ist. Allein bei den wertvollen Holzarten fallen 60 % des Einschlags in diese Kategorie. Das hat dazu geführt, daß im Jahre 1957 je Flächeneinheit teaktragenden Areals nur noch zwei Drittel der Vorratsmasse gefunden wurde, welche vorhanden gewesen wäre, wenn nur legale Einschläge stattgefunden hätten (Loetsch (45)). Allein der Geldwert, der durch diese illegalen Einschläge entgangenen "Royalty Rates" wird von Loetsch (45) auf 41,5 Mio Tical (= 8,3 Mio DM) pro Jahr geschätzt. Um die Größenordnung dieses Betrages zu beleuchten, sei erwähnt, daß gegenwärtig das jährliche Budget des gesamten Thai Royal Forest Departments ca. 30 Mio Tical (= 6 Mio DM) beträgt, also allein aus den entgangenen "Royalty Rates" hätte gedeckt, ja selbst noch um einen erstrebenswerten Betrag hätte aufgestockt werden können. Der volkswirtschaftliche Wert dieser entgangenen Nutzungen liegt natürlich noch viel höher und beträgt mindestens das Dreifache des genannten Betrages. Dieser durch die Waldinventur 1957 festgestellte Tatbestand ist so bedrohlich, daß durchschlagende Sofortmaßnahmen unumganglich sind.

Loetsch empfiehlt in seinem Report to the Government of Thailand (45) der Regierung, umgehend Maßnahmen zu ergreifen, die die "shifting cultivation" einschränken und den illegalen Einschlag wirksam unterbinden. Außerdem muß versucht werden, durch eine Drosselung des legalen Einschlags die bereits entstandene fühlbare Lücke an hiebsreifem Teak-Holz allmählich zu schließen und durch bessere Ausnutzung und Aushaltung einen Teil des Minderertrages zu kompensieren. Als Ausweichmöglichkeit bietet sich dabei auch die Nutzung bislang weniger gesuchter Holzarten an. Diese Holzarten müssen auf ihre technische Verwendungsfähigkeit untersucht und in Nutzholzkategorien eingeteilt werden, um ihnen den inländischen und unter Umständen später auch ausländischen Markt zu erschließen.

Neben diesen Sofortmaßnahmen, die verhindern sollen, daß der totale Zusammenbruch der Teak-Wirtschaft erfolgt, sind jedoch auch langfristige Maßnahmen notwendig, die vorbeugend und auch produktionssteigernd wirken sollen. Um einer weiteren Verringerung der teaktragenden Fläche entgegenzuwirken, müssen mindestens 25 % der Teak-Fläche als "reserved forest" ausgeschieden und intensiv genutzt und Beispielsbetriebe mit plangerechter und zielstrebiger Wirtschaftsweise durch sachkundige Betriebsleiter errichtet werden. Loetsch (45) schlägt vor, als ersten solchen Betrieb den MAE PAN Wald (67 km^2) sobald wie möglich dem Direktor der Forstschule in Prae zu unterstellen und für diesen Wald den ersten festumrissenen Wirtschaftsplan in Thailand vorzulegen. In diesem Wald soll den Studenten in Prae und auch der Universität Bangkok Gelegenheit gegeben werden, die Möglichkeiten und die praktische Durchführung einer intensiven Forstwirtschaft kennenzulernen. Auf Anregung von Loetsch wurde im Jahre 1957 eine Waldinventur durchgeführt, durch die die Unterlagen für einen Wirtschaftsplan erstellt werden sollten.

23. Beschreibung der Holzart Teak (Tectona grandis Linn.*).

231. Allgemeines.

Tectona grandis wird im Handel mit Teak bezeichnet, während in den Ursprungsländern die einheimischen Namen (wie "Djati" in Indonesien, "Sak" in Thailand, "Kyan" in Burma und "Sagwan" in Indien) gebräuchlich sind.

Teak ist ein äußerst wertvolles Holz. Bei einer Rohwichte von 0,64 g/cm^3 zeichnet es sich durch gute technologische Eigenschaften wie geringe Schwindung, gute mechanische Festigkeit, Witterungsbeständigkeit und hohe Resistenz gegen Pilz- und Insektenbefall aus. Diese Merkmale, verbunden mit guter Bearbeitbarkeit und einem anspruchsvollen Holzbild machen Teak zu einem sehr begehrten und hochbezahlten Bau- und Möbelholz. Thailand allein exportiert jährlich ca. 100 000 m^3. Hauptabnehmer sind Dänemark, das United Kingdom, einige europäische Länder und Südafrika. Von der Gesamtproduktion an Teak-Holz ist über die Hälfte exportfähig. Das Exportvolumen belief sich im Jahre 1956 auf 92 984 m^3 (= 61,2 Mio DM).

232. Geographische Verbreitung.

Teak-Naturwälder kommen in Indien, Burma, Thailand, Laos, Kambodja und Indonesien vor.

Die Teakwälder in Indien reichen im Westen Vorderindiens bis zur Nordseite des Aravalis-Gebirges bis zu 24° nördlicher Breite. In Zentralindien liegt die Grenze am Tausi auf dem gleichen Breitengrad und verläuft dann in südöstlicher Richtung durch die Zentralprovinz zum Mahanadi-Fluß. In Nordburma kommt Teak bis zum 25. Grad nördlicher Breite im Kachin-Staat vor. Die Südgrenze liegt bei 15° nördlicher Breite. Die Ostgrenze setzt sich über das Sihan-Gebirge nach Thailand fort. Die Südgrenze liegt bei 14° nördlicher Breite.

In Indonesien gibt es Teak nur auf Java und einigen kleinen Inseln in der Nachbarschaft von Celebes.

233. Standörtliche Voraussetzungen.

Klima: Teak ist eine Charakterholzart des Monsungebietes und kommt im wechselgrünen Regenwald, vornehmlich in seinen beiden Varianten "dry mixed deciduous" und "moist mixed deciduous forest", vor (Champion (11)). Die Niederschläge in Thailand liegen zwischen 1.300 - 3.800 mm, die Grenzen für die Verbreitung von Teak sind 760 - 5.000 mm. Das Temperatur-Optimum beträgt 26°C bei Schwankungen von 12°C - 40°C. Temperaturen unter 2°C und über 46°C werden noch vertragen. Frost führt zum Absterben der Bäume.

Boden: Teak stellt keine großen Ansprüche an die Bodengüte und gedeiht daner auf den verschiedensten Bodenarten, sofern nur der Boden genügend Tiefe, ausreichende Lockerung, Feuchtigkeit und Fruchtbarkeit besitzt. Ungünstig wirken sich feste, schlecht durchlüftete Tonböden auf das Wachstum aus, auch Staunässe kann Teak nicht vetragen.

234. Vergesellschaftung mit anderen Holzarten.

Teak ist eine relativ tolerante Holzart und kommt in Thailand in verschiedenen Waldtypen vor.

Hauptsächlich vertreten ist es im "mixed deciduous forest", und zwar sowohl im trockenen (dry mixed deciduous) als auch im feuchten (moist mixed deciduous) Teil. Seine hauptsächlichsten Begleitholzarten in diesem Waldtyp sind Pterocarpus macrocarpus Kurz, Terminalia tomentosa W. u. A., Xylia kerrii Craib u. Hutch, Lagerstroemia calyculata Kurz, Adina cordifolia Hook, Vitex pubescens Vahl, Schleichera trijuga Willd., Adina woodier Roxb. und Afzelia xylocarpa Craib.

Auch im "semi evergreen" findet sich Teak, wenn auch in weit geringerem Umfang, zusammen mit immergrünen Holzarten wie Dipterocarpus spp., Cedrela spp., Shorea spp. und Michelia Champaca u. a.

Vereinzelt kommt Teak auch im "dry dipterocarp forest", begleitet von Dipterocarpus tuberculatus Roxb., Pentacme siamensis Kurz, Shorea obtusa und anderen Holzarten dieses Typs vor.

In Burma werden als Hauptbegleitholzarten Xylia dolabriformis Benth., Terminalia tomentosa W.u.A.,Gmelina arborea Roxb., Homalium tomentosum Benth., Tetramelis nudiflora R. u. Br., Pterocarpus macrocarpus Kurz, Metagyna diversifolia genannt, während in Indien Xylia xylocarpa, Pterocarpus marsupium, Terminalia tomentosa W.u.A., Dalbergia latifolia, Adina cordifolia Hook F., Anogeissus latifolia Wall., Gmelia arborea Roxb. und Lagerstroemia spp. als Hauptbegleitholzarten in Erscheinung treten.

235. Naturverjüngung.

Der Teakbaum fruchtet zum ersten Mal im Alter von ca. 18 Jahren. Die Blütezeit liegt in Thailand, Burma, Indonesien und Indien zwischen Juni und September. Während dieser Zeit zeigen sich die charakteristischen kleinen weißen Blüten. Von November bis Januar reifen die Samen und fallen schließlich

nach den heißen Sommermonaten im April zu Boden. Die Keimfähigkeit bleibt etwa 2 Jahre erhalten. Sie beträgt unter günstigen Bedingungen 50 - 70 %. Ungünstig wirken sowohl dichter Baumschatten und große anhaltende Bodennässe als auch dichter Graswuchs oder Dürre.
Aus einem Samen entwickelt sich meistens eine Pflanze, unter Umständen jedoch schlagen zwei, drei oder gar vier Sprosse aus.

Abb. 1
Keimung von Tectona grandis (Linn.)

Der Teak-Jungwuchs gedeiht auf freiem, nicht beschattetem Gelände gut, muß aber in den ersten Jahren gegen das ihn überwuchernde Gras kämpfen. Die jungen Pflanzen sind empfindlich gegen Kälte und Bewindung. Ein großer Teil des Jungwuchses wird durch Brände vernichtet. Erst wenn eine genügend kräftige Pfahlwurzel entwickelt ist, kann der Pflänzling überleben, auch wenn der überirdische Teil abstirbt. In der folgenden Regenzeit schlägt der Wurzelstock mit ein oder zwei starken Sprossen wieder aus. Dieser Vorgang, "Dieback" (Zurücksterbevorgang) genannt, wiederholt sich so oft, bis sich ein genügend starker, lebensfähiger Sproß entwickelt hat.

236. Wachstumsverlauf.

Die junge Teakpflanze zeichnet sich durch sehr rasches Wachstum aus. Sie ist dadurch in der Lage, Behinderung durch Gras und Busch rasch zu überwinden und relativ zeitig in die obere Baumschicht vorzudringen. Durch die kräftige Pfahlwurzel ist es der Pflanze möglich, Feuer und Austrocknung zu überstehen. Das Wachstum der jungen Pflanzen erfolgt noch wesentlich schneller, wenn sie auf die Wurzel zurückgeschnitten wurden ("stumps" oder Stummelpflanzen). Diese Pflanzen erreichen schon am Ende des ersten Jahres eine Höhe von 1- 2 m.

Abb. 2
Zweijährige Teak-Plantage in der Provinz Lampang

Teak entwickelt in der Regel einen geraden, krümmungsfreien Schaft, der sobald er einen Umfang in Brusthöhe von 1 - 1,5 m erreicht hat, die unteren Äste abwirft und sich schnell reinigt.

Abb. 3
Teakstämme im Naturwald, Provinz Lampang
(Höhe ca. 35 m, Umfang 230 cm)

Teak ist sowohl im Naturwald als auch in Plantagen nahezu frei von Insekten- und Pilzkrankheiten. Der gefährlichste Schädling unter den Insekten ist die Larve von Duomitus caramicus, die Löcher in den stehenden Stamm bohrt. Ernsthafte Blattkrankheiten sind die Defolia ion und die Gelbblättrigkeit, die von Hyblaca punea, Pyrausta machaelaris und Paliga spp. hervorgerufen werden und manchmal ganze Teakwälder durch Unterbrechung des Wachstums gefährden und sogar einzelne Bäume zum Absterben bringen können.

237. Waldbauliche Behandlung.

Die übliche Einschlagsmethode ist die "selection felling method", die auch in anderen Hochwäldern der Tropen angewendet wird. Nur die Bäume werden ausgewählt, die einen gewissen Mindestumfang erreicht haben. Dabei wird auf eine gesunde Verteilung von Samenträgern geachtet. Verbunden mit der "improvement felling", die sich auf wertlose Bäume konzentriert, hat dieses System den Vorteil großer Wirtschaftlichkeit, da gleichzeitig eine Verbesserung

der Stammzahlhaltung, des Vorrates und des Zuwachses erreicht werden kann. Dieses ist damit vorläufig die geeigneteste Methode zur Förderung der Naturverjüngung in den für die Holzerzeugung wesentlichen tropischen Waldtypen; sie wird daher überall in Südostasien angewandt. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist, daß es in Thailand nur auf Teak ausgerichtet ist und somit die Verjüngung anderer nutzbarer Holzarten vernachlässigt wird, wenn es auch gestattet, das Ausmaß ungesetzlicher Einschläge festzustellen. Die "selection felling" ist nur eine aus der Not geborene Lösung, die vordringlich durch eine bessere Methode einer intensiveren Waldbehandlung ersetzt werden muß.

Die meisten Teakwälder sind Mischbestände. Reinbestände, hervorgegangen aus geräumten Mischwäldern, die in der Folge allein von Teakjungwuchs bestockt wurden, sind selten.

Bei der Anlage von Teakkulturen wird in Indonesien häufig Leucaena glauca als Hilfspflanze beigegeben. In Thailand kennt man den Teakanbau, verbunden mit einjähriger landwirtschaftlicher Nutzung. Dieses ist das in Burma entwickelte Taungya-System, das in einem späteren Abschnitt noch behandelt wird (S. 102 ff.)

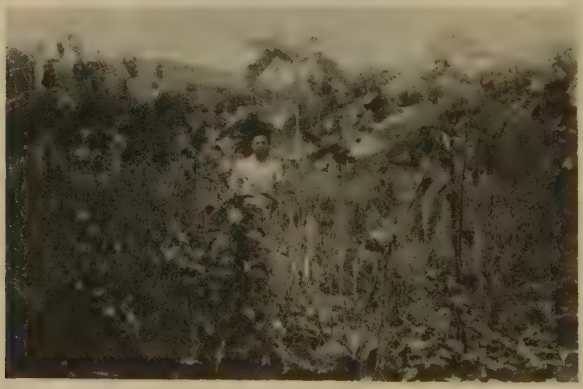


Abb. 4

6 Monate alte Teak-Plantage zusammen mit Reis in einer Taungya-Plantage (Provinz Lampang). Die Pflanzen wurden als "stumps" gesetzt.

Andere Verfahren waldbaulicher Behandlung sind das "shelterwood-system" (Schirmschlagsystem) und das "uniform-system" mit regelmäßiger "cleaning" (Reinigung) und "improvement cutting" (Auslesedurchforstung), wie sie in Indien angewandt werden.

In Burma ist man bestrebt, auf einem großen Areal bei guten Bodenverhältnissen eine gute Verjüngung dadurch zu erzielen, daß man nach Abblühen und Absterben des Bambus auf den lichten Flächen reichlich Teak ansät.

Die in diesem Abschnitt dargelegten waldbaulichen Behandlungsmethoden zeigen, daß die Teakwirtschaft mit einer Reihe von Schwierigkeiten verbunden ist. Die nachhaltige Bewirtschaftung der Naturwälder macht, wenn sie zielgerecht durchgeführt und aus dem Stadium der reinen Exploitation herausgehoben werden soll, eine intensive Erforschung der Wachstumsgesetze und eine laufende Kontrolle und Überprüfung des Zustandes notwendig. Auf vielen Flächen, wo die Holzart Teak durch die oben erwähnten anthropogenen Einwirkungen heute verschwunden ist, muß ein Neuanbau in Plantagenform erfolgen. Es ist deshalb unumgänglich, für Betriebseinheiten Wirtschaftspläne aufzustellen, die, gestützt auf einen zuverlässigen Befund, einen Weg weisen, der zu einer Intensivierung der Teakwirtschaft führt. Für einen Waldkomplex in der Provinz Prae, den MAE PAN Wald, sollen im folgenden die forstwissenschaftlichen Grundlagen für einen solchen Wirtschaftsplan erörtert werden.

---

*)

Banijbatana, D.	(3)	Suvarnasuddhi, K.	(67)
Haig, I.T.	(21)	Troup, R.S.	(87, 88)
Mahaphol, S.	(50)	Alphen d.Veer, E.J. van and others (Indonesien)	(99)

3. Die Erhebung der Unterlagen.

31. Allgemeine Beschreibung des MAE PAN Waldes.

Der MAE PAN Wald liegt im Norden Thailands in der Provinz Prae ungefähr auf dem 18. Grad nördlicher Breite und dem 100. Grad östlicher Länge, und zwar im stark monsunbeeinflußten Klimagebiet. Er gehört pflanzengeographisch in die Waldformationsklasse der regengrünen Gehölze (Weck (95)) zur Unterklasse des "mixed deciduous forest" (Champion (11)).

Das Gebiet hat ausgesprochenen Mittelgebirgscharakter. Es finden sich Erhebungen bis zu 700 m aber auch Tallagen, die bis zu 180 m hinabreichen.

Die Niederschlagsmenge beträgt im Jahresdurchschnitt 1.300 mm, die hauptsächlich während der Regenzeit (April bis Oktober) fällt. Während dieser Zeit zählt man etwa 120 Regentage.

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt ca. $26^{o}C$; die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen bewegen sich zwischen $+ 12^{o}$ und $+ 36^{o}$.

Der MAE PAN Wald bedeckt ein Areal von 67,93 km^2. Er stellt für die forstwirtschaftlichen Verhältnisse Thailands sowohl hinsichtlich seiner gegenwärtigen Teak-Produktion als auch hinsichtlich seines erstrebenswerten Zielvorrates einen "Spitzenwald" dar. Dem teaktragenden Stratum des "mixed deciduous forest" gehören 45 % der Gesamtfläche an.

Abb. 5
Karte der Waldtypen Thailands

Prof. Loetsch hat in seinen Empfehlungen an die thailändische Regierung darauf hingewiesen, daß es vorteilhaft wäre, den MAE PAN Wald als forstlichen Beispielsbetrieb aus der allgemeinen Verwaltung auszuscheiden und eine lokale Forstverwaltung zu schaffen, die dem Leiter der Forstschule in Prae unterstellt werden sollte. An diesem Objekt sollen Erfahrungen über die zweckmäßige Erfassung der einzelnen Inventurelemente gesammelt und, gestützt auf eine sorgfältig durchgeführte Waldinventur, die für die Planung notwendigen Unterlagen erhoben werden.

Diese Waldinventur umfaßte:

Flächeninventur,
Holzvorratsinventur für alle Holzarten,
Zuwachsinventur für Teak,
Stubbeninventur für Teak,
Bambusinventur.

Außerdem wurden zur Auffindung der Wachstumsgesetze und zur Überprüfung der Inventurmethodik sechs Stammanalysen an Teakbäumen verschiedener Bonität durchgeführt und mit Hilfe von Bodenanalysen ein Einblick in die Zusammenhänge zwischen Wachstum und Boden gegeben.

32. Die Durchführung der Inventurarbeiten.

321. Inventurziel.

Bereits im Jahre 1955 wurde unter der Leitung von Prof. Loetsch, der als FAO-Experte in Thailand tätig war, eine Erkundungsinventur (pilot inventory) durchgeführt (43). Ziel dieser Inventur war, geeignete Methoden für die Erfassung solcher Wälder zu erkunden.

Im Jahre 1957 wurde dieser Wald auf Empfehlung von Prof. Loetsch als Musterbeispiel für eine Zustandserfassung, die als Grundlage für die Betriebsplanung dienen sollte, erneut aufgenommen. Die Durchführung und Leitung dieser Arbeit sowie ihre Auswertung wurde mir überlassen. Dabei wurde folgendes Inventurziel gesetzt: Erfassung des Vorrates an Teakholz von einem Brusthöhendurchmesser größer als 30 cm mit einer Genauigkeit von $\pm$ 10 % und Erfassung des Vorrates über Fällungsgrenze (68 cm BHD) mit einer Genauigkeit von $\pm$ 20 % bei einer Wahrscheinlichkeit von 95 %.

Nach den Erfahrungen aus dem Jahre 1955 wurde ein Aufnahmeprozent von 7,5 % (das entspricht ca. 10.000 Probeflächen von 0,05 ha Größe) als ausreichend erachtet.

322. Arbeitsorganisation

Die Inventurarbeiten wurden in der Zeit vom 15. Oktober 1956 bis Ende Juni 1957 durchgeführt.

Die Aufnahmearbeiten erfolgten durch zwei "crews". Jeder der beiden "crewleader" kontrollierte zwei Gruppen von je zwei Assistenten und sechs Arbeitern. Ein Assistent war für die Festlegung der Linienrichtung mit dem "Wild-Kompaß" und für die Abstandsmessungen auf den Linien verantwortlich, der andere für die Probeflächenaufnahme auf beidenSeiten der Taxlinien. Von den sechs Arbeitern hatten zwei Pfade entlang der Linien freizulegen (path clearing), zwei die Abstandsmessungen durchzuführen und zwei bei den Probeaufnahmen behilflich zu sein.

323. Basislinie, Aufnahmelinien (strips), Probeflächenabstand und Probeflächengröße.

Der MAE PAN Wald wird von einer nordost-südwest-verlaufenden Straße nahezu halbiert. Anfangs- und Endpunkt dieser Straße wurden auf einer im Maßstab 1:20.000 angefertigten Karte durch eine gerade Linie, die sogenannte Basislinie, verbunden. Senkrecht zu dieser Basislinie wurden im Abstand von 200 m systematisch weitere Linien (strips) bis zur Grenze des MAE PAN Waldes eingezeichnet. Die Schnittpunkte dieser insgesamt 117 Linien mit der Basislinie wurden dann auf der Straße selbst nochmals genau festgelegt und dauerhaft markiert. Entlang der 117 "strips", deren Richtung mit dem "Wild-Kompaß" genau festgelegt wurde, legten Arbeiter Pfade frei und markierten diese mit Fähnchen. Anschließend wurden diese Linien von der Basislinie aus in Sektionen unterteilt, die erste Sektion betrug 33,35 m, jede weitere 66,7 m. Die Sektionspunkte wurden wiederum mit fortlaufend numerierten Bambusstöcken gekennzeichnet. Sie waren Ausgangspunkte für die Gruppen, die auf beidenSeiten der Linien in einem Abstand von 50 m senkrecht zu den Sektionspunkten die Mittelpunkte für die Probekreise festzulegen hatten. Ferner wurden die einzelnen Straten entlang der Linien abgegrenzt, eingemessen und in einem

Feldbuch registriert. Diese Stratenabgrenzungen dienten in Verbindung mit den Probeflächen, deren Lage und Stratenzugehörigkeit ebenfalls bekannt war, zur Anfertigung einer Stratenkarte (s. Abb. 41). Diese Methode mußte angewendet werden, weil zur Anfertigung einer Karte brauchbares Luftbildmaterial nicht vorhanden war.

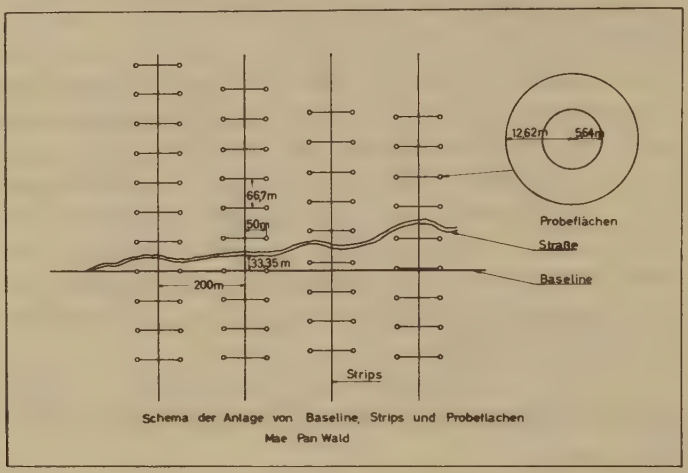


Abb. 6

Probenahmesystem und Probefläche für die Inventur des MAE PAN Waldes.

Hinsichtlich der Grenzfestlegung ergaben sich keine besonderen Schwierigkeiten, da die Grenze des Waldgebietes mit natürlichen Grenzen, wie Gebirgsrücken, Flüssen usw., zusammenfiel und außerdem durch markierte Bäume festgelegt war.

Die Probekreisgröße betrug 0,05 ha und repräsentierte ein Gebiet von 0,677 ha. Für 1 km^2 waren 134 Probeflächen aufzunehmen. Innerhalb der Probekreise von 0,05 ha (r = 12,62 m) wurden alle Bäume ab Wanner-Gewicht 3 in Brusthöhe (größer als 28,8 cm BHD) aufgemessen, während in einem konzentrischen Kreis von 0,01 ha (r = 5,64 m) nur Teakbäume vom Wanner-Gewicht 2 und 1 und Teak-Jungwuchs ausgezählt wurden. Eine Abbildung des Probenahmeschemas findet sich in Abb. 6.

Eine Übersichtskarte über den MAE PAN Wald, aus der der Verlauf der Straße und die neu festgelegten "compartment"-Grenzen zu ersehen sind, findet sich in Abb. 7.

Abb. 7

Karte des MAE PAN Waldes und die "compartment"-Einteilung.

324. Bestimmung der Brusthöhenstärke und der Masse der Bäume.

Professor Dr. Loetsch hat bei allen Bestimmungen der Brusthöhendimension der Bäume in Thailand nicht die übliche Durchmesser- oder Umfangsmessung angewendet, sondern ist zu einer unmittelbaren Kreisflächenbestimmung übergegangen (43). Einem Vorschlag des österreichischen Forstmannes Wanner folgend wurde nicht nach Durchmesser-, sondern nach Kreisflächenklassen gegliedert. Die Intervalgröße einer Kreisflächenklasse betrug konstant 250 cm^2 (Wanner (100)). Die sogenannten Wanner-Gewichte ergeben sich durch Multiplikation der mittleren Kreisfläche (in m^2) einer Klasse mit 40 und stellen ganze Zahlen dar. Das Gewicht 1 umfaßt alle Bäume von Kreisfläche 125 cm^2 bis 375 cm^2, das Gewicht 2 reicht dementsprechend von 375 cm^2 bis zu 625 cm^2. Eine solche Einteilung findet sich auf den Original-Visiermeßwinkeln von Bitterlich (8). Für alle Bäume bis zu einem Wanner-Gewicht in Brusthöhe von 14 wurde das mittlere Gewicht durch dreimalige Messung im Abstand von 120^o mit Hilfe des Bitterlich-Visiermeßwinkels ermittelt.

Bei größeren Bäumen wurde der Umfang gemessen und die gewonnenen Werte mit Hilfe einer Umrechnungstafel (s. Tab. 3, Anh.) in das betreffende Wanner-Gewicht umgeformt. Die Aufgliederung in Wanner-Gewichte war für die Auswertung und die Ermittlung des "merchantable volume" von großer Bedeutung. Es war auf diese Weise möglich, für die Massenhaltigkeit eines Baumes einen leicht feststellbaren und trotzdem relativ guten Ausdruck zu gewinnen, den wir in Thailand als "sum of weight of logs" (s.o.w.o.l.) bezeichneten. Für jeden Baum wurde außer dem Gewicht in Brusthöhe die Anzahl der nutzungsfähigen 5-m-Abschnitte (Logs) angesprochen, und, gestützt auf das gemessene Brusthöhengewicht, die Gewichte der einzelnen Logs eingeschätzt. Da jedes Log eine Länge von 5 m aufweist, ist die Summe der Loggewichte ein unmittelbarer Ausdruck für das "merchantable volume" eines Baumes. Durch die Messung in Kreisflächenklassen wurde ein unmittelbar additionsfähiger Ausdruck geschaffen, der es ermöglichte, ohne schwierige Auswertungsgänge zur Baummasse zu gelangen (Masse ~ 0,1 "s.o.w.o.l."; Ableitung siehe Abschnitt 374).

Für jeden Baum innerhalb des großen Probekreises wurde die Anzahl der 5-m-Logs bis zu einem grob geschätzten Zopfdurchmesser von 25 cm m.R. okular festgestellt. Für Teak war keine Einschätzung der "s.o.w.o.l." nötig, da mit Hilfe von Stammanalysen ein Tarif vorlag (s. Abschnitt 3427), der es ermöglichte, aus dem gemessenen Gewicht in Brusthöhe und der Anzahl Logs die Summe der Loggewichte aus einer Tabelle abzulesen (s. Tab. 12, Anh.). Nur in wenigen Ausnahmefällen konnte die Tabelle für Teak nicht angewendet werden. Wenn Logs schlechter Qualität (z. B. astige, löchrige, hohle Logs) zwischen Logs guter Ausformung auftraten, mußten die Wanner-Gewichte für jedes einzelne Log eingeschätzt werden.

325. Höhenmessung, Ertragsklassenbestimmung, Durchmesserzuwachsmessung.

Zur Höhenmessung mit dem Christen Hypsometer bei Teak wurde in jedem Probekreis der größte Teakbaum mit einem Brusthöhenumfang von mindestens 150 cm ausgewählt. Schwächere Bäume waren für die Ermittlung der Ertragsklasse unbrauchbar. War im Probekreis (r = 12,62 m) selbst kein Teak-Baum vorhanden, wurde die Auswahl in einem Umkreis von 25 m Radius getroffen. Fehlten auch in diesem Bereich Teak-Bäume über 150 cm Umfang, so unterblieb die Höhenmessung für den betreffenden Probekreis.

Für jeden Probekreis, in dem Höhen gemessen wurden, konnte für Teak aus einer graphischen Darstellung der Höhenkurven die Ertragsklasse abgelesen werden. (Loetsch (44))

Außerdem wurden an 1.499 Teak-Bäumen für die Zuwachsberechnung drei Bohrspäne je Baum im Abstand von 120° entnommen, deren Auswertung mit dem Eklund'schen Bohrspanauswertungsgerät in der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Reinbek erfolgte.

326. Stubben-Inventur (stump inventory).

Zum Vergleich der legalen Einschläge von Teak mit den illegalen Entnahmen wurde im Probekreis 12,62 m an jedem vorkommenden und das Maßband noch haltenden Teakstubben der Umfang in 0,3 m Höhe gemessen. Waren Teak-Stöcke stark zersetzt oder zerstört, so daß der wahre Umfang nicht mehr genau festgestellt werden konnte, unterblieb die Umfangsmessung. Die Umfangswerte wurden mit einer Hilfstabelle in Wannergewichte umgerechnet. Eine Regressionslinie, die aufgrund von Umfangsmessungen in 0,3m und 1,3 m Höhe an 359 Teak-Bäumen ermittelt wurde, diente zur Feststellung der Durchmesserklasse in Brusthöhe. Die aus legalen Einschlägen herrührenden Teakstöcke sind durch ein amtliches Hammerzeichen gekennzeichnet und dadurch von illegal genutzten Bäumen gut unterscheidbar.

327. Bambusinventur.

Die Bambusinventur erfolgte im gleichen Umkreis, der auch bei der Höhenmessung für die Auswahl des größten Teak-Baumes maßgebend war. Für jede Probefläche wurden die Anteile der wichtigsten Bambusarten festgestellt. Die drei wichtigsten Bambusarten sind:

Bambusa tulda	(Mai Bong)
Oxytenanthera albociliata	(Mai Rai)
Dendrocalamus spp.	(Mai Sang).

Die Bambusen geben pflanzensoziologisch wichtige Hinweise. Mai Sang kommt am häufigsten in Nordthailand vor und stellt sich besonders nach Brandrodungsbau ein (Loetsch (47)). Jede Probefläche wurde der Bambusart, die am stärksten auf ihr vertreten war, zugeteilt.

328. Stratenbestimmung.

Die Verteilung der Waldfläche auf die einzelnen Straten und die Zuordnung der Fläche zu einem Stratum wurde durch Probekreise ermittelt. Ein Verzeichnis der Straten findet sich in Tab. 2.

Stratum 1 wurde gewählt, wenn im Probekreis selbst oder im Umkreis von 25 m Teak, auch Teak-Unterwuchs, vorhanden war. Wenn nur noch Teak-Stöcke innerhalb dieser Grenzen festgestellt werden konnten, wurde der Probekreis ebenfalls dem Stratum 1 zugewiesen.

Lag der Probekreis im "mixed deciduous" ohne Teak, so wurde er dem Stratum 2 zugerechnet.

Stratum 6 (high open dry dipterocarp) kam in Nordthailand nur sehr selten vor. Das Kriterium für die Zuordnung zum Stratum 6 war, daß im Probekreis von 0,05 ha mindestens ein Baum mit Wanner-Gewicht 8 in Brusthöhe oder darüber und mit mindestens drei Logs vorhanden sein mußte.

Stratum 8 (dry dipterocarp scrub open but severely overworked) traf dann zu, wenn innerhalb des Probekreises von 0,05 ha kein Baum mit mehr als Wanner-Gewicht 2 stand.

"Dry dipterocarp forest" mit anderen Merkmalen wurde als Stratum 7 (scrub open dipterocarp) bezeichnet.

Probekreise, die in die Straten 11 und 12 (landwirtschaftliche Flächen) fielen, wurden auch dann nicht aufgenommen, wenn einzelne Bäume im Kreis festgestellt wurden, sondern sind nur mit Probeflächennummer und Stratencode registriert.

Die Straten 9 und 10 (old clearing und shifting cultivation under culture) behielten auch dann ihre Code bei, wenn einige Teak-Bäume oder Bäume anderer Holzarten im Probekreis vorhanden waren.

329. Registrierung der Aufnahmedaten.

Die aufgenommenen Argumente wurden auf einem übersichtlichen Formblatt registriert, das so aufgebaut war, daß es ohne Schwierigkeiten für die Auswertung auf Lochkarten überführt werden konnte (alle Daten wurden unmittelbar während der Aufnahme mit lochungsfähiger Code registriert). Der Code ist aus den Tabellen 1 und 2 (s. Anh.) ersichtlich. Auf den Auswertungsgang wird in Abschnitt 361 näher eingegangen.

33. Übersicht über die untersuchten Bodenprofile.

Sechs Bodenprofile wurden im MAE PAN Wald aus verschiedenen Lagen entnommen.

Profil Nr. 1: Compartment 7, 265 m über NN. Bestockung sind Teak-Bestände der schlechtesten Bonität. Drei Teak-Stämme aus diesen Beständen wurden analysiert (Nr. 4 - 6). Der trockene Boden ist mit Teak-Blättern bedeckt. Auf den Bestandeslücken sind Bambus (Bambusa tulda) und Kräuter vorherrschend.

Profil Nr. 2: Compartment 7, 244 m über NN. Kleine Teakinsel im "dry dipterocarp forest" gleicht einer alten Brandrodungsfläche nach 30 Jahren. Der Boden ist mit Eupatorium odorata bedeckt.

Profil Nr. 3: Compartment 7, 210 m über NN. Waldtyp "dry dipterocarp"; ungefähr 1.000 m von Profil Nr. 2 entfernt.

Profil Nr. 4: Compartment 7, 210 m über NN. Teak-Bestockung mittlerer Bonität.

Profil Nr. 5: Compartment 9, 230 m über NN. Das Profil liegt ungefähr 100 m vom MAE PAN Fluß entfernt; beste Teak-Bonität (Stammanalysen 1 - 3), mit Bambusa arundinacea und Kräutern bedeckt. Der Wald wird allmählich in Reisfelder umgewandelt.

Profil Nr. 6: Compartment 1, 300 m über NN. Steiler Nordwesthang mit Bambusa tulda bedeckt, guter Teak-Standort.

Aus jedem Profil wurden Bodenproben entnommen, die in Proberahmen aus Weißblech eingelegt wurden. Es wurde versucht, Störungen des Gefüges zu vermeiden. Die Mächtigkeit der Horizonte wurde genau gemessen. Die Auswertung wird in Abschnitt 35 besprochen.

34. Stammanalysen

Im Jahre 1955 wurden im MAE PAN Wald sechs Teak-Stämme, davon drei auf Standorten bester Bonität und drei auf Standorten schlechter Bonität, gefällt und liegend vermessen. Anschließend wurden im Abstand von zwei Metern Baumscheiben entnommen, die nach Reinbek gesandt wurden.

Eine nähere Beschreibung des Standortes und der Wuchsverhältnisse erfolgt in dem Kapitel über die Bodenuntersuchung (35).

341. Bearbeitung und Messung der Stammscheiben.

Die Stammscheiben wurden mit einer Oberflächenfräse so bearbeitet, daß eine glatte und ebene Oberfläche entstand. Anschließend wurden sie mit der Bandschleifmaschine abgeschmirgelt und mit Sandpapier bearbeitet. Auf diese Weise wurden die Zuwachszonen gut sichtbar.

Die Zuwachszonen wurden auf jeder Scheibe von außen her aus mindestens drei verschiedenen Richtungen zum Mittelpunkt hin ausgezählt und die 5-Jahreszonen mit Nadeln markiert. Mit einem Farbstift wurden die Ringe der Zonen verbunden. Durch die Auszählung auf drei gesonderten Linien wurden Fehler in der Beurteilung der Zuwachszonen weitgehend ausgeschaltet.

Diese Ringe wurden mit Hilfe eines Pantographen in geeignetem Maßstab auf Millimeterpapier übertragen. Je nach Scheibengröße wurden hierbei die Maßstäbe 1:2, 1:3 und 1:4 verwendet. Scheiben mit kleinem Durchmesser (10 cm und weniger) wurden mit Hilfe durchsichtigen Papiers direkt im Maßstab 1:1 abgezeichnet. Alle verwendeten Instrumente wurden auf ihre Genauigkeit überprüft.

Auf der in der beschriebenen Weise hergestellten Zeichnung wurden die Stammkreisflächen der 5-Jahresperioden mit dem Planimeter ausgemessen. Die Einheit der Planimetermessung war dabei 0,1 cm^2. Jede Linie wurde mindestens dreimal umfahren. Zeigten sich bei diesen drei Messungen Abweichungen von mehr als 1 %, so wurden weitere Messungen durchgeführt.

Vor Beginn der Messungen wurden die Planimeter auf ihre Genauigkeit überprüft und justiert. Die auf diese Weise ermittelten Werte wurden sodann durch Multiplikation mit Maßstabskonstanten in die natürliche Größe umgerechnet und der entsprechende Durchmesser ermittelt. Die Durchmesserwerte sind also auf dem Umweg über die Kreisfläche ermittelt worden. Ohne diese Manipulation wäre es aufgrund der Unregelmäßigkeiten nur schwerlich möglich gewesen, brauchbare Werte für den Durchmesser zu erhalten.
An Scheiben, welche infolge starker Beschädigung unbrauchbar geworden waren, wurde zumindest das Alter ermittelt.

Auf den beiden Abbildungen sind eine Reihe Stammscheiben der Bäume Nr. 1 und Nr. 5 dargestellt. Ein vergleichbarer Maßstab wurde bei der Photographie nicht eingehalten. Die Werte sind aus den Tabellen 4 und 5 (s. Anh.) als Beispiel zu ersehen. Beide Bäume sind etwa gleichaltrig. Sie unterscheiden sich deutlich durch den Grad der Unregelmäßigkeit. Während Baum Nr. 1, der einer guten Ertragsklasse zugehört, vor allem in dem unteren Stammteil große Unregelmäßigkeiten aufzeigt, sind beim Baum Nr. 5, der schlechteren Ertragsklasse angehörend, diese Unregelmäßigkeiten nicht erkennbar.

342. Auswertung der Stammanalyse.

Die Ergebnisse der Planimetermessungen bilden den Inhalt von sechs Tabellen. Hier sollen nur zwei Tabellen, (Tab. 4 und 5 (s.Anh.) die Werte der Bäume 2 und 5, wiedergegeben werden. Diese Tabellen bilden die Grundlage für die weitere Bearbeitung des Stammanalysen-Materials. Die Durchmesserwerte o. R. wurden, wie beschrieben, über die Kreisfläche ermittelt. Die Umrechnung in Brusthöhendurchmesser m. R. wurde mit Hilfe der von Loetsch 1955 gefundenen Rindenfunktion durchgeführt.

Mit Hilfe dieses Stammscheibenmaterials wurden folgende Beziehungen untersucht:

a) Höhe über Alter
b) Höhe über Brusthöhendurchmesser
c) Brusthöhendurchmesser über Alter
d) Masse über Alter
e) Masse über Brusthöhenkreisfläche.

Außerdem wurde aus diesen sechs Stammanalysen ein vorläufiger Massentarif für Teak abgeleitet.

An den Stammscheiben wurden weiter Untersuchungen über die Genauigkeit der Durchmesser- und Radialzuwachsbestimmung angestellt.

3421. Höhe über Alter.

Der Höhenentwicklungsgang der einzelnen Bäume ist mit Hilfe der in den Tabellen 6 - 11 wiedergegebenen Werte hergeleitet worden. Außer diesen aus Stammscheiben stammenden Werten wurde noch die 1955 gemessene Baumhöhe einbezogen. In den Tabellen

5 - 10 sind die Werte für das Alter, den Brusthöhendurchmesser, die Brusthöhenkreisfläche, die Höhe und die Masse der einzelnen Bäume zusammengestellt. Die Bäume 1, 2 und 3 weisen im Jahre 1955 annähernd gleiches Alter und gleiche Höhe auf (Baum 1 = 117 Jahre, Höhe 40,8 m; Baum 2 = 119 Jahre, Höhe 42,6 m; Baum 3 = 113 Jahre, Höhe 40,2 m). Sie gehören der besten Ertragsklasse, der Bonitätsklasse I, an. Die Bäume 4, 5 und 6 (Bonitätsklasse II) stockten unter ungünstigeren Verhältnissen und weisen bei annähernd gleichem Alter bedeutend geringere Höhen auf (Baum 4 = 126 Jahre, Höhe 27,0 m; Baum 5 = 105 Jahre, Höhe 28,1 m; Baum 6 = 104 Jahre, Höhe 25,7 m).

Die Wachstumsabläufe sind in Abb. 9 eingezeichnet.

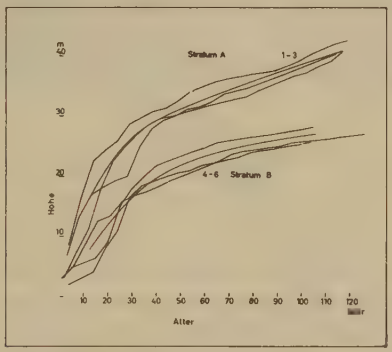


Abb. 9

Höhenentwicklungsgang der sechs untersuchten Bäume.

In dieser Abbildung finden sich außerdem Mittelkurven für die Bäume 1, 2, 3 und die Bäume 4, 5, 6. Es wurde ein rechnerischer Ausgleich des Wachstumsablaufes versucht. Dabei wurde sowohl eine quadratische Funktion als auch eine höhere Exponentialfunktion unterstellt. Aber mit beiden Funktionen wurde kein befriedigender Ausgleich erreicht. Deshalb sind in der Zeichnung graphisch per Hand ausgeglichene gutachtliche Mittelkurven eingezeichnet worden. Es ist ersichtlich, daß sich bereits in der Jugend deutliche Unterschiede im Höhenentwicklungsgang der beiden Bonitätsklassen erkennbar machen. Im Alter 100 beträgt der mittlere Höhenunterschied mehr als 10 m

3422. Höhe über Durchmesser

Die Einzelabläufe der Bäume Höhe über Durchmesser sind in Abb. 10 zusammen mit den mittleren Abläufen der drei Bäume aufgetragen. Es ist deutlich ersichtlich, daß die Durchmesserentwicklung der Bäume des Stratums B bedeutend unter der des Stratums A liegt. Auch hier wurde ein rechnerischer Ausgleich versucht, der jedoch ebenfalls nur zu unbefriedigenden Ergebnissen führte. Es läßt sich hier erkennen, daß etwa bis zum Durchmesser 30 cm der Höhenentwicklungsgang in beiden Straten synchron läuft. Erst dann weichen die Bäume des Stratums A von denen des Stratums B stark ab.

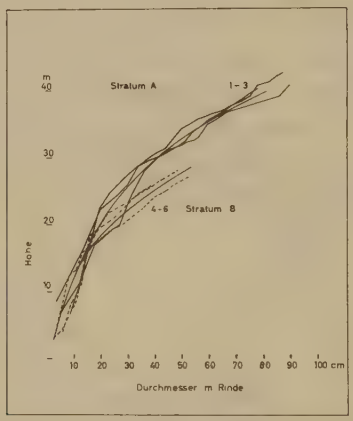


Abb. 10
Höhe über Brusthöhendurchmesser bei den sechs untersuchten Bäumen.

3423. Durchmesser über Alter

In Abb. 11 wurde der Brusthöhendurchmesser über dem Alter gezeichnet. Auch hier wurde ein rechnerischer Ausgleich versucht, der zu folgenden Bestimmungsgleichungen führte, wobei
y = Brusthöhendurchmesser m.R. in cm und
x = Alter in Jahren.

Stratum A: $y = 6{,}816 + 0{,}7841 \cdot x - 0{,}001\,130 \cdot x^2$ und
" B: $y = 1{,}181 + 0{,}5650 \cdot x - 0{,}001\,300 \cdot x^2$.

Der Unterschied in der Durchmesserentwicklung ist ganz offensichtlich.

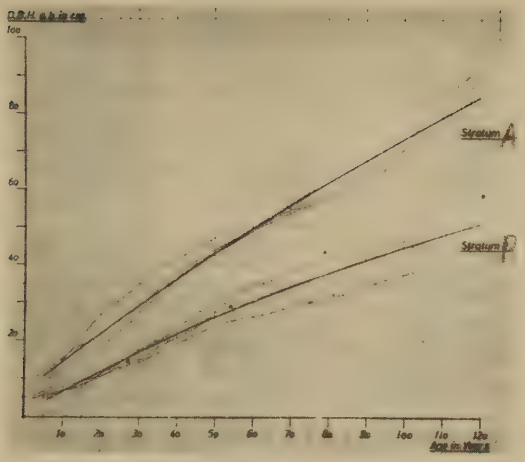


Abb. 11

Durchmesserentwicklungsgang der sechs untersuchten Probestämme.

3424. Masse über Alter.

Bei allen Massenangaben handelt es sich um die Masse o.R. in m^3. Die Baummasse für die verschiedenen Alter wurde durch Addition der Massen der 2 m-Sektionen ermittelt. Die Sektionsmassen wurden nach der Mittenflächenformel (Huber'sche Formel) errechnet. Da einige Scheiben infolge Beschädigung nicht auswertbar waren, mußte an einigen Stellen die 2 m-Sektion durch eine 3 m-Sektion ersetzt werden. Eine nennenswerte Beeinflussung der Genauigkeit der Resultate kann dadurch nicht erfolgt sein, da es sich nur um wenige unbrauchbare Scheiben handelte und diese stets aus dem oberen Teil des Baumes stammten. Eine graphische Darstellung der Beziehung Masse über Alter findet sich in Abb. 12. Auch hier wurde ein rechnerischer Ausgleich mit der quadratischen Bestimmungsgleichung versucht, der allerdings ebenfalls nur zu einer unbefriedigenden Wiedergabe der natürlichen Verhältnisse führte.

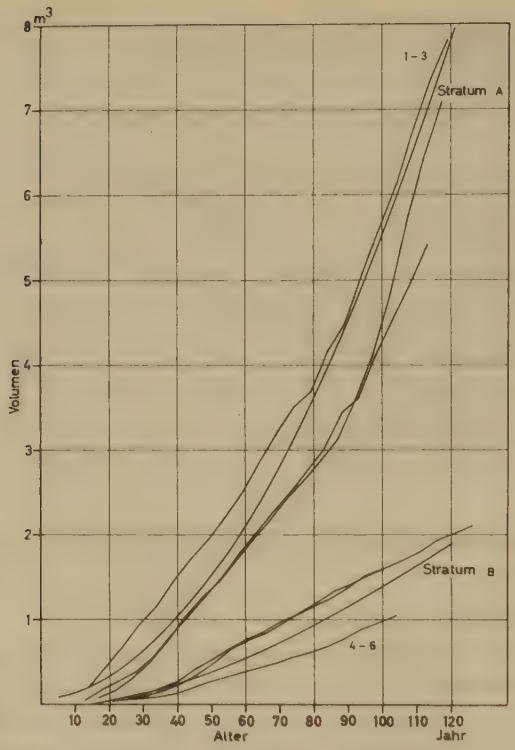


Abb. 12

Massenentwicklungsgang der sechs untersuchten Bäume.

3425. Masse über Durchmesser.

In Abb. 13 ist die Beziehung Masse o.R. zu Durchmesser m.R. wiedergegeben. Da die unterschiedliche Höhenstruktur der beiden Straten sich nur in linearer Progression auf die Masse auswirkt, ist eine annähernde Übereinstimmung der Verhältnisse in beiden Straten ersichtlich.

Ein rechnerischer Ausgleich mit der quadratischen Funktion führte zu folgenden Bestimmungsgleichungen, wobei

y = Masse o.R. in m^3 und

x = Brusthöhendurchmesser m.R. in cm.

Stratum A: $y = 2{,}947\ 65 - 0{,}170\ 996 \cdot x + 0{,}002\ 738 \cdot x^2$ und
Stratum B: $y = 2{,}123\ 03 - 0{,}057\ 040 \cdot x + 0{,}001\ 154 \cdot x^2$.

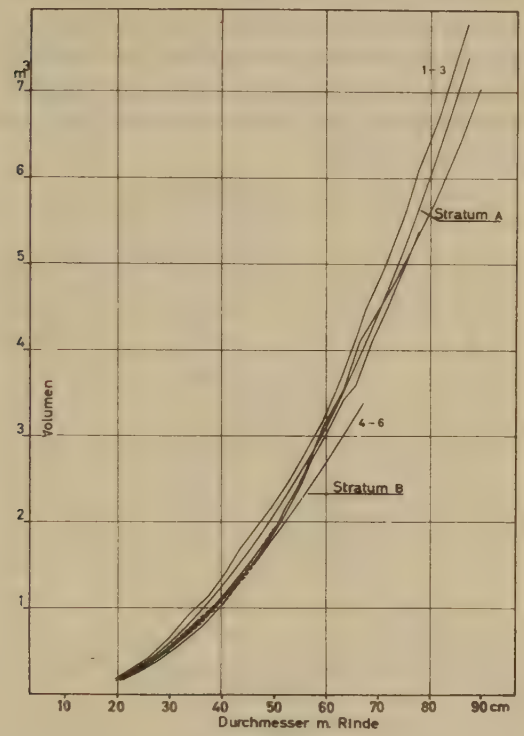


Abb. 13

Masse über Brusthöhendurchmesser bei den 6 untersuchten Probebäumen.

5426. Masse über Brusthöhenkreisfläche.

Bei diesem Versuch handelte es sich darum festzustellen, ob eine quadratische Beziehung vorliegt, d. h. ob die Kreisflächenmassenlinie (basal area volume line) zu einem befriedigenden Ausgleich führt. Der rechnerische Ausgleich führte zu linearen Bestimmungsgleichungen vom Typ

$$y = a + b \cdot x, \text{ wobei}$$

y = Masse o.R. in m^3 und
x = Brusthöhenkreisfläche m.R. in cm^2.

Stratum A : $y = -0{,}290 + 12{,}301\,4 \cdot x$ und

" B : $y = -0{,}093 + 9{,}628\,5 \cdot x$.

Die Bestimmungsgleichungen unterscheiden sich sowohl in ihren Regressionskonstanten als auch im Grad ihrer Neigung, der durch die Regressionskoeffizienten wiedergegeben wird. Eine Überprüfung der Unterschiede zwischen beiden Linien führte zu einem t-Wert von 4,40. Beide Linien sind also mit Sicherheit voneinander unterschieden.

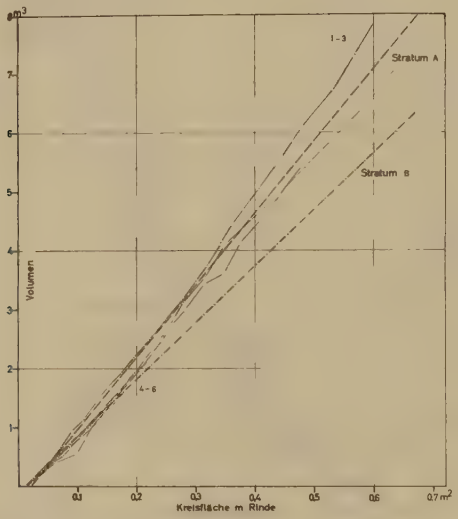


Abb. 14

Kreisflächenmassenlinien der sechs untersuchten Probebäume.

3427. Aufstellung eines vorläufigen Log-Tarifs für die Holzart Teak mit Hilfe der analysierten Stämme.

Für die thailändischen Verhältnisse liegen brauchbare Massentafeln für Teak nicht vor. Mangels besserer Unterlagen wurde aus den sechs Probestämmen unter Benutzung der einzelnen Entwicklungsstadien der Bäume ein vorläufiger Teak-Massentarif konstruirt.

Von allen Bäumen wurden für jede Sektion (2 m-Längenklassen) die Massen für die einzelnen 5-Jahresaltersstufen errechnet. Es ergaben sich somit über 800 Einzelwerte, die in die Berechnung eingehen. Für jede dieser 2 m-Längenklassen wurde nun die Brusthöhen—Kreisflächenlinie (volume basal area line) nach der Formel

Masse o.R. = a + b • Kreisfläche m.R.

ermittelt. Für diese Klassen ergaben sich folgende Bestimmungsgleichungen:

Tabelle 12a

Bestimmungsgleichung für die "volume basal area line" der einzelnen Längenklassen.

	V	=	a	+	b	• G
2 m	V	=	-0,0246	+	1,7819	• G
4 "	"	=	-0,0516	+	3,1661	• G
6 "	"	=	-0,0693	+	4,3776	• G
8 "	"	=	-0,0936	+	5,4915	• G
10 "	"	=	-0,1071	+	6,4632	• G
12 "	"	=	-0,1207	+	7,3621	• G
14 "	"	=	-0,1349	+	8,1938	• G
16 "	"	=	-0,1567	+	9,0104	• G
18 "	"	=	-0,2207	+	9,8966	• G
20 "	"	=	-0,2632	+	10,6145	• G
22 "	"	=	-0,3121	+	11,2421	• G
24 "	"	=	-0,3643	+	11,8106	• G
26 "	"	=	-0,4225	+	12,2447	• G

V = Volumen ohne Rinde,
G = Kreisfläche in Brusthöhe mit Rinde.

Für die graphische Darstellung der ausgeglichenen Linien wurde die Kreisfläche auf Durchmesserwerte umgerechnet und auf der Abszisse aufgetragen (s. Abb. 15).

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, daß die Regressionskonstanten a und b sich mit zunehmender Höhe gleichsinnig entwickeln. Es wurde nun, um einen besseren Ausgleich zu bekommen, eine zweite Ausgleichung dieser Regressionskoeffizienten und der Regressionskonstanten über der Höhe durchgeführt (Hummel (22)).

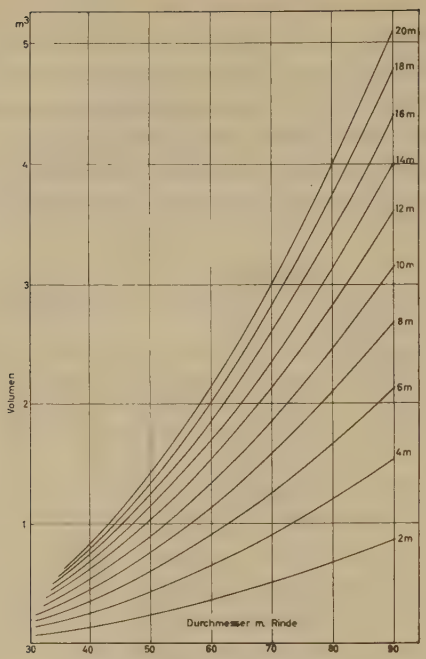


Abb. 15
Massenlinien für die 2 m-Längenklassen.

Für die Regressionskonstanten, die parabolisch mit zunehmender Länge ansteigen, wurde der Ausgleich mit Hilfe der quadratischen Bestimmungsgleichung

$$y = a + bx + cx^2$$

durchgeführt, wobei
y = die Regressionskoeffizienten für die Ländenklassen und
x = die Längenklasse. (Länge in m)
Es ergab sich eine Bestimmungsgleichung, wonach

$$b = 0{,}597 - 0{,}666\,469 \cdot L - 0{,}008\,371 \cdot L^2.$$

Eine graphische Darstellung dieser Beziehung ist in Abb. 16 gegeben.

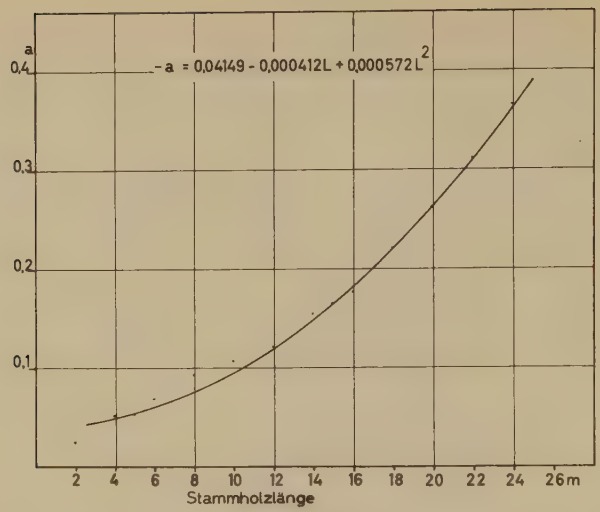


Abb. 17

Ausgleichung der Regressionskonstanten für die einzelnen LängenKlassen.

Die Abweichungen der Werte von a von der gefundenen Funktion wirken sich nur unbeträchtlich auf die Massenwerte aus, besonders für die stärkeren Durchmesserwerte führen diese Abweichungen nur zu geringfügigen Ungenauigkeiten. Viel wichtiger erscheint es, daß eine gute Übereinstimmung der b-Werte mit den Funktionswerten vorliegt. In Abb. 18 ist ein auf diese Weise entstandener Log-Tarif für die 5 m-Längenklassen aufgezeichnet (Tab. 12 (s. Anh.)).

34271. Der thailändische "Teak-Tarif 1957".

Mit Hilfe des oben beschriebenen Log-Tarifs wurde 1957 die Massenermittlung bei der Großrauminventur der nordthailändischen Teak-Wälder durchgeführt. Nach der Auswertung der Inventur wurden von Prof. Loetsch Untersuchungen angestellt, die zu einem Massen-Tarif für thailändisches Teak führten. Mit diesem ist es möglich, ohne Beurteilung der Anzahl der Logs einen Ausdruck für die durchschnittliche Masse (merchantable volume) zu finden. Als Eingangsgröße in diesen Tarif wird nur das Wannergewicht in Brusthöhe benötigt.

Die Konstruktion dieses Tarifes geschah mit Hilfe des Log-Tarifs und der bei der Inventur ermittelten durchschnittlichen

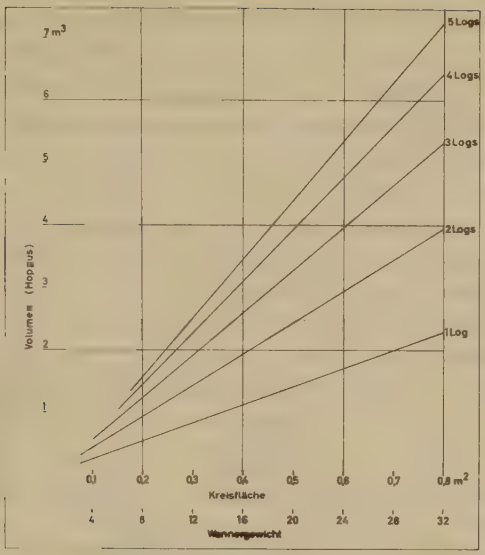


Abb. 18

Graphische Darstellung des Teak-Logtarifs.

Logzahlen je Wanner-Gewichtsklasse (s. Tab. 12b, Anh.) durch Umrechnung in Gewichtssummen (s.o.w.o.l.) und anschließender rechnerischer Ausgleichung der Gewichtssummen über den Wanner-Gewichten in Brusthöhe. Um die lineare Ausgleichung durchführen zu können, mußte zuerst das Material der Großrauminventur auf seine Brauchbarkeit untersucht werden. Tab. 12b (s. Anh.) zeigt, daß die Belegung im höheren Bereich sehr spärlich, aber bis zum Wanner-Gewicht 30 ausreichend war, so daß die statistische Brauchbarkeit gesichert erschien. Die sich ergebende Punktschar zeigte klar einen linearen Verlauf und die rechnerische Ausgleichung ergab die Beziehung

$$\text{"s.o.w.o.l."} = -2{,}32 + 1{,}5805 \cdot W.$$

Durch Multiplikation der "s.o.w.o.l." mit 5 (= Log-Länge) und Division durch 40 (= Umformung von Gewicht in Kreisfläche) wurde ein Ausdruck für die Masse in m^3 gewonnen. Der auf diese Weise entstandene "Teak-Tarif" von Loetsch ist in Tab. 12c (s. Anh.) zusammen mit den abgeleiteten Zuwachskoeffizienten (Ableitung und Erläuterung s. Abschn. 374) wiedergegeben. Dieser Tarif wurde ausschließlich für die Zuwachsermittlung herangezogen.

Loetsch hat den"Tarif 1957" mit dem Ergebnis einer im Jahre 1955 an 532 liegenden Teak-Stämmen durchgeführten Ausbeuteuntersuchung verglichen und dabei festgestellt, daß eine gute Übereinstimmung vorlag (43, Part II, Tab. 17A und Abb. p. 35). Dieser Vergleich ist in Abb. 19a graphisch wiedergegeben.

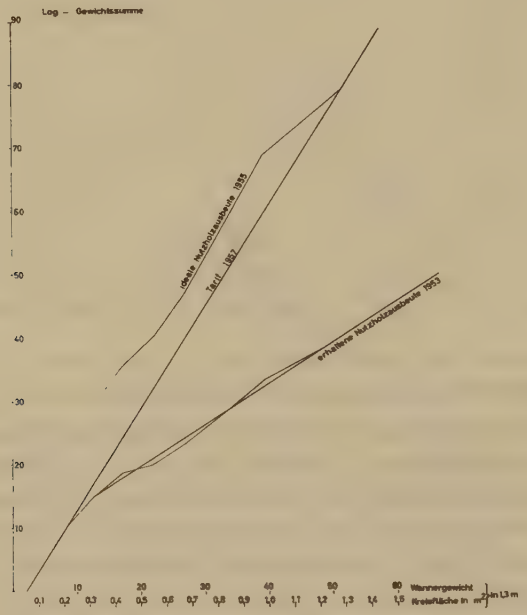


Abb. 19a

Vergleich des"Teak-Tarifs 1957" mit der idealen Nutzholzausbeute von 532 liegenden Bäumen und der erhaltenen Nutzholzausbeute von 4.238 Teak-Stämmen.

Der Unterschied zwischen "Tarif 1957" und der idealen Nutzholzausbeute der 532 untersuchten Bäume ist weitgehend erklärbar. Die gefällten Bäume waren unentrindet aufgemessen und außerdem war der gesamte Schaft bis zu einem Zopfdurchmesser von 10 cm als Nutzholz ausgeschieden worden. Der Tarif hingegen beinhaltet nur rindenloses Stammholz bis zu einem Zopfdurchmesser von 25 cm. Aus diesen Gründen muß die Kurve von 1955 wesentlich

über der Tarif-Kurve liegen. Im Bereich der Brusthöhengewichte von 10 bis 20 liegt die Linie der idealen Holznutzung etwa 20 % und im Bereich der höheren Gewichte ca. 10 % über der Linie des "Tarifs 1957".

Die Abb. 19a zeigt außerdem eine Linie für die erhaltene Nutzholzausbeute von 4.238 Teak-Stämmen aus einer Erhebung, die Loetsch aufgrund von "felling statements" des Royal Forest Departments durchgeführt hat. Loetsch hat in dem oben erwähnten Report eingehend über diese Untersuchung berichtet und aufgezeigt, daß dieser Ausbeuteverlust im wesentlichen durch zerbrochene, angebrannte und hohle Stämme und zu große Stockhöhe verursacht wird. Es muß unter allen Umständen versucht werden, diese ungeheure Verlustquelle durch eine Intensivierung der Forstwirtschaft auf ein erträgliches Maß zu verringern.

Der "Tarif 1957" stellt demnach einen Wald-Festmeter-Tarif für "merchantable volume" dar, also einen Ideal-Tarif. Der wirkliche Ernteanfall ist bedeutend geringer. Um zu einer Übereinstimmung zwischen Tarif-Masse und zu erwartender Ernte-Masse zu gelangen, muß eine weitere Reduktion durchgeführt werden. Über das Ausmaß der notwendigen Reduktion geben bislang nur die von Loetsch (43, Part II, p. 18, Tab. 17) ermittelten Reduktionsfaktoren Auskunft.

Interessant ist ein Vergleich zwischen den Tarifwerten und den auf der Log-und Log-Gewichtsschätzung basierenden Ansprachen aus dem Jahre 1955. Es wurde damals, mangels eines Tarifs, für die einzelnen Logs das Gewicht okular angesprochen. Vergleicht man nun die aus dieser Ansprache entstandenen Massenwerte mit den ermittelten Loglängen und dem vorliegenden Tarif errechneten Massen, so ergibt sich das in Tab. 13 (s. Anh.) wiedergegebene Bild. Diese Tabelle umfaßt Schätzungen aus der Inventur des MAE PAN Waldes und des MAE SAI KAM Waldes, ein Waldgebiet nördlich des MAE PAN Waldes in der Provinz Lampang.

In Tab. 13 und Abb. 19 wird gezeigt, daß mit Ausnahme der Durchmesserklasse 3 die Abweichungen der Schätzungen vom gefundenen Tarifwert weniger als 10 % betragen. Damit ist auch bewiesen, daß die im Jahre 1955, als noch kein Tarif vorhanden war, angewandte Schätzmethode zu praktisch brauchbaren Resultaten führen kann.

Die hohen Abweichungen in der Durchmesserklasse 3 sind darauf zurückzuführen, daß diese schwächeren Bäume in 5 m Höhe über dem Erdboden nicht mehr 25 cm Zopfdurchmesser halten, was bei der Schätzung vielfach angenommen wurde. Diese Überschätzung der Loganzahl wirkt sich, stetig abnehmend, auch noch in den Durchmesserklassen 4 und 5 aus.

Bei den stärkeren Durchmessern ist eine systematische Unterschätzung feststellbar. Man neigt dazu, die Mittenkreisfläche der Logs 3 und 4 (10 - 15 m) und 15 - 20 m Höhe) okular eher zu unter- als zu überschätzen.

Diese Untersuchung gibt wertvolle Hinweise über die bei der Einschätzung der Gewichte der einzelnen Logs erreichbare Genauigkeit und die dabei auftretenden systematischen Fehler. Für alle thailändischen Holzarten außer Teak existiert bis heute noch keine Massenunterlage und man ist auf eine Abschätzung der Log-Gewichte angewiesen. Der Tarif bildet somit gegenüber den Schätzungen einen erheblichen Fortschritt. Auch wenn die Basis des Tarifes noch sehr schmal ist und er sicherlich zu gegebener Zeit revidiert werden wird, so stellt er doch eine wesentliche Verbesserung gegenüber der Schätzungen dar. Sollte es sich herausstellen, daß die aufgrund der sechs Stammanalysen ermittelten Tarifwerte unzureichend sind, so ist zu einem späteren Zeitpunkt jederzeit eine objektive Umrechnung der ermittelten Werte möglich, was bei den Schätzwerten nicht der Fall ist.

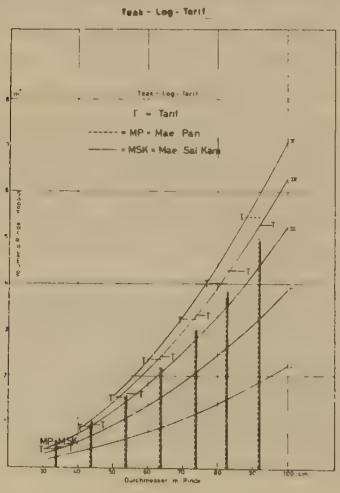


Abb. 19
Gegenüberstellung der Schätzwerte der Inventur 1955 mit dem Log-Tarif.

3428. Zum Problem der Kreisflächenbestimmung an unregelmäßigen Stammquerschnitten aus Umfangs- bzw. Durchmessermessung.

Mit Hilfe der Stammanalysen war es möglich, einige Untersuchungen anzustellen, die Aufklärung über die erforderlichen Korrekturen bei der Bestimmung der Kreisfläche durch Umfangs- bzw. Durchmessermessung geben sollten. Besonders bei tropischen Holzarten mit stark unregelmäßigen Querschnittsformen ist diese Korrektur ein sehr bedeutendes holzmeßkundliches Problem. Ohne angemessene Reduktion der Kreisflächen gelangen wir zu einer starken systematischen Überschätzung der Kreisflächen und damit auch der Massen.

Die Frage Umfangs- oder Durchmessermessung ist selbst bei Bäumen mit relativ regelmäßigem Stammquerschnitt, nicht bedeutungslos. Kennel (37) konnte bei Untersuchungen über den Unterschied der Kreisflächenbestimmung aus Kluppung und Umfangsmessung an Fichtenbeständen feststellen, daß die Umfangsmessung durchschnittlich 2,14 % höhere Kreisflächenwerte ergab als die Durchmessermessung. Für die Umfangsbestimmung ergab sich dabei ein mittlerer Fehler von ± 0,54 % und für die Kluppung von ± 0,45 %.

Müller (59) hat durch theoretische Überlegungen nachgewiesen, daß bei normaler Exzentrizität die aus dem Umfang ermittelte Kreisfläche nicht mehr als 0,3 - 0,5 % über der wirklichen Kreisfläche liegen kann. Die Ursache für die systematische Überschätzung der Kreisfläche durch Umfangsmessung liegt in der normalerweise auch bei sonst regelmäßig geformten Querschnitten vorhandenen schwachen Abweichung von der Kreisform in Richtung auf die Ellipse.

Zur Kreisflächenbestimmung aus Durchmessermessungen an unregelmäßig geformten Bäumen schreibt deshalb Griffith (16) wie auch Beekman (4), Wappes (91) und viele andere:

"Wenn der Baum eine unregelmäßige Form hat und eine Kluppung zur Messung verwendet wird, so sind mindestens zwei Messungen senkrecht zueinander erforderlich, um daraus ein brauchbares arithmetisches Mittel zu erhalten."

Je größer die Spannrückigkeit, umso bedeutungsvoller wird die Berücksichtigung der Unregelmäßigkeit bei der Messung.

Loetsch (43) forderte deshalb für die Kreisflächenbestimmung im Rahmen der thailändischen Großrauminventur an jedem Baum drei in einem Winkelabstand von 120° zueinander stehende Durchmessermessungen durchzuführen.

Eine Erhöhung der Anzahl der durchgeführten Messungen kann bei stark unregelmäßiger Stammquerschnittsform zwar zu einer besseren Annäherung führen, jedoch die systematische Überschätzung nicht aufheben. Bei der Durchmessermessung stark spannrückiger Stämme bilden die Kluppschenkel zwangsläufig immer nur die Tangente an der Außenseite der Ausbuchtungen und die Innenseite wird nicht erfaßt. Es ergeben sich damit zwei Fragen:

1) Wie groß ist die Abweichung der durch Umfangsmessung ermittelten Kreisfläche von der wirklichen Kreisfläche?
2) Wieviele Kluppungen müssen ausgeführt werden, um zu einem Kreisflächenwert zu gelangen, der sich dem der Umfangsmessung weitgehend annähert?

Die Frage 1) führt zur Aufstellung einer Korrekturtabelle, die Frage 2) gibt Antwort auf ein rein meßtechnisches Problem.

Beekman (4) führte Untersuchungen an indonesischem Teak durch und stellte fest, daß die Spannrückigkeit durch den Wurzelanlauf verursacht wird und daß eine Abhängigkeit zwischen der Höhe des Wurzelanlaufes und dem Durchmesser in Brusthöhe besteht. Die Höhe des Wurzelanlaufes betrug bei

Bäumen mit 15 - 30 cm Durchmesser ~ 1,30 m
30 - 35 " " ~ 1,40 m
35 - 45 " " ~ 1,50 m.

Die Untersuchungen an 777 Teak-Stämmen zeigten, daß die Spannrückigkeit umso ausgeprägter ist, je stärker der Durchmesser ist. Um einen Ausdruck für die Unregelmäßigkeit des Querschnitts zu erhalten, berechnete Beekman das sogenannte Einbuchtungsprozent. Hierzu bestimmte er die Kreisfläche aus der Umfangsmessung, die die Einbuchtungen mit enthielt, und die wirkliche Kreisfläche durch Planimetrierung. Der Flächenanteil dieser Einbuchtungen, bezogen auf die Fläche aus der Umfangsmessung, ergab das Einbuchtungsprozent. Tab. 14 enthält Ausschnitte aus den Ergebnissen dieser Untersuchung.

Tabelle 14

Einbuchtungsprozente in den verschiedenen Durchmesserklassen für indonesisches Teak (Beekman (4, S. 33)).

Durchmesserklassen cm	Anzahl der Bäume	Einbuchtungsprozent in 1,30 m Höhe
5 - 10	47	-
10 - 15	198	-
15 - 20	76	0,2
20 - 25	90	0,2
25 - 30	75	0,6
30 - 35	50	1,4
35 - 40	61	2,2
40 - 45	67	3,3
45 - 50	55	3,4
50 - 55	45	5,7
55 - 60	20	6,7
60 - 65	7	12,7
65 - 70	4	9,3
70 - 75	2	21,9

Aufbauend auf diesen Resultaten dehnte von Wülfing (90) seine Untersuchungen aus und bestätigte die Abhängigkeit des Einbuchtungsprozentes vom Brusthöhendurchmesser. Auch Alter und Bonität scheinen nach diesen Untersuchungen einen Einfluß auszuüben. Anhand umfangreichen Materials stellte er eine Kreisflächenkorrekturtabelle für Durchmesser- und Umfangsmessungen an Teak auf (Tab. 15 (s. Anh.)).

Die Untersuchungen von Beekman und v. Wülfing wurden an indonesischem Teak und vermutlich, zumindest teilweise, an Plantagen-Teak vorgenommen. Die Ergebnisse sind deshalb nicht unmittelbar ohne Überprüfung auf die thailändischen Verhältnisse übertragbar. Deshalb wurde anhand der Stammanalysen eine Überprüfung der Größenordnungen vorgenommen. Zu diesem Zweck wurden die Einbuchtungsprozente an den Stammscheiben berechnet.

In Abb. 20 ist das Ergebnis dieser Untersuchungen graphisch dargestellt. Die Grundwerte dieser Darstellung finden sich in Tab. 16 (s. Anh.). Da in Thailand nicht der Brusthöhendurchmesser, sondern das Wannergewicht in Brusthöhe ermittelt wurde, wurde

in dieser Abbildung als Ordinaten- und Abszisseneinteilung ebenfalls das Wanner-Gewicht gewählt. Unter "stem area"-Wanner-Gewicht wird dabei das wahre, durch die Planimetrierung ermittelte und unter "girth"-Wanner-Gewicht das sich aus der Umfangsmessung ergebende Wanner-Gewicht verstanden.

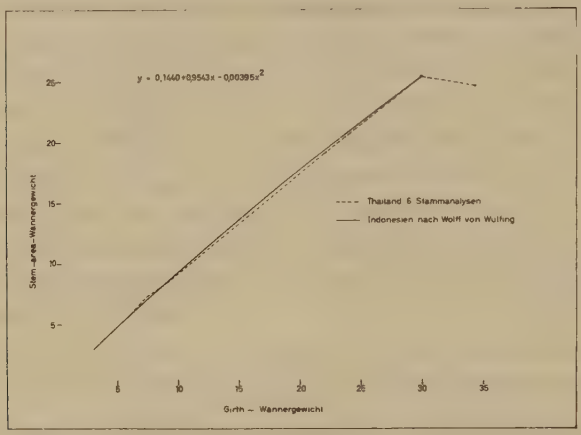


Abb. 20

Kreisflächenkorrekturfunktion für Teak

(Ausgleichung der Beziehung "stem area weight" : "girth weight" bei Teak. Vergleich der Werte von Wülfing's (90) mit den Werten der sechs Stammanalysen)

Eine Ausgleichung mit Hilfe einer quadratischen Funktion führte zu einer Bestimmungsgleichung von

$$y = 0{,}1440 + 0{,}9543\ x - 0{,}0395\ x^2,$$

wobei y = "stem area"-Wanner-Gewicht und

x = "girth"-Wanner-Gewicht.

Es zeigten sich nur geringfügige Abweichungen von der Korrekturtabelle von Wülfing's (Tab. 15 (s. Anh.)), und es kann deshalb gefolgert werden, daß die für Indonesien berechneten Einbuchtungsprozente auch in Thailand zur Kreisflächenkorrektur benutzt werden können. 6 Stammanalysen ergaben nur die erste Vermutung, daß diese Folgerung gezogen werden kann.

Zur Klärung der meßtechnischen Fragen wurde auf jeder der sechs in Brusthöhe entnommenen Stammscheiben im Winkelabstand von 15° um das Mark die Sektionsschenkel aufgezeichnet und dadurch jede Stammscheibe in 24 Sektoren aufgeteilt. Dieses Aufteilungsschema ist in Abb. 21 wiedergegeben.

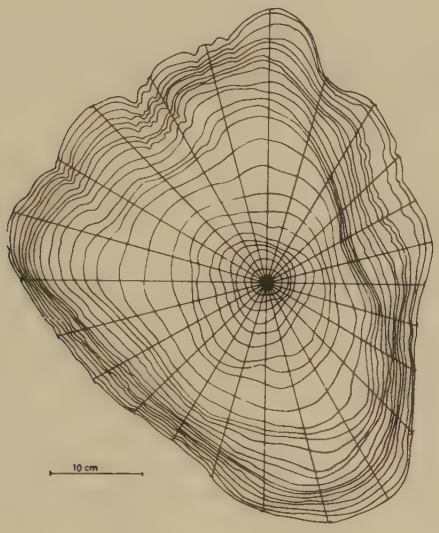


Abb. 21
Meßschema für die Ermittlung der Variation der Sektionsschenkel bei unregelmäßig geformten Stammquerschnitten.

Bei der Frage, wieviel Durchmessermessungen bei stark unregelmäßigen Stämmen notwendig sind, um eine brauchbare Annäherung an die Umfangsmessung zu erhalten, wurde von der Variation der Sektionsschenkel und der zusammengefaßten Sektionsschenkel ausgegangen. Die Variation bei einer Durchmessermessung ergibt sich aus der Variation von zwei zusammengefaßten, sich jeweils gegenüberliegenden Sektionsschenkellagen (Winkelabstand 180°). Auf diese Weise werden pro Stamm 12 Werte gewonnen.

Die Variation bei kreuzweiser Kluppung ergibt sich aus der Variation von jeweils vier im Winkelabstand von 90° gelegenen Sektionsschenkeln (sech Werte pro Stammscheibe) und die Variation einer Dreifachkluppung, wie sie Loetsch vorschlägt, wurde aus der Variation von sechs im Winkelabstand von 60° gelegenen und zusammengefaßten Sektionsschenkellängen abgeschätzt. Für jede dieser drei Meßreihen wurde der Variationskoeffizient bestimmt. In Tab. 17 (s. Anh.) sind die Einzelwerte dieser drei Meßreihen wiedergegeben und in Tab. 17a die aus diesen Werten ermittelten Variationskoeffizienten zusammen mit den Ergebnissen des Signifikanztestes wiedergegeben.

Tabelle 17a

Variationskoeffizienten für 1, 2 und 3 Durchmessermessungen an den sechs Teak-Stammscheiben und F-Werte zur Überprüfung der Signifikanz

Stamm-Nr.	BHD o.R.	Variationskoeffizient Anzahl der Durchmessermessungen 1	2	3	Ergebnis des F-Testes zwischen 1 u.2	1 u.3 Messungen	2 u.3
1	83,9	10,7	5,2	5,9	4,292	3,255	0,757
2	81,9	15,5	14,5	1,1	1,097	183,958+	167,681+
3	72,3	6,5	6,2	1,9	1,105	11,091+	10,042+
4	47,6	11,3	4,4	1,4	6,595+	66,424+	10,070+
5	43,6	6,2	4,0	1,7	2,462	13,016+	5,283
6	34,4	4,8	1,2	1,4	16,521+	11,805+	0,714
		F-Wert bei p 0,05			4,678	8,744	9,017

+) Unterschied mit p 0,05 gesichert.

Deutlich erkennbar wird in dieser Tabelle eine Abnahme der Variationskoeffizienten bei zwei und drei Messungen. Es zeigt sich jedoch, daß die Größe der Variationskoeffizienten durchmesserabhängig ist, wenn auch beispielsweise beim Baum Nr. 4 durch die starke Exzentrizität diese Gesetzmäßigkeit etwas überdeckt wird.

Es läßt sich aus den Ergebnissen des F-Testes erkennen, daß die Streuung bei kreuzweiser Durchmessermessung gegenüber

einer einfachen Messung sich nur in zwei von sechs Fällen signifikant verringert, während dies bei drei Durchmessermessungen bei fünf von sechs Bäumen der Fall ist. Dies bestätigt die Forderung von Loetsch, bei stark unregelmäßigen Stammquerschnitten, wie es bei Teak die Regel ist, eine dreifache Durchmesserkluppung durchzuführen.

Zu einem eindeutigen Schluß über die notwendige Anzahl von Durchmessermessungen berechtigt das vorliegende Zahlenmaterial jedoch nicht. Einmal ist das Material nicht umfangreich genug und zum anderen entspricht das angewandte Meßschema nur bis zu einem gewissen Grade der eigentlichen Fragestellung. Wir unterstellen durch die Stammscheibenmessung, daß die Lage des Marks genau bekannt ist und erfassen auch die kleineren Durchmesser innerhalb der Einbuchtungen, die bei der praktischen Kluppung nicht meßbar sind.

Die Entwicklung und Überprüfung von Meßtechniken für die Erfassung tropischer Waldbäume erfordert noch umfangreiche Untersuchungen. Die Erfahrungen der forstlichen Versuchsanstalt in Bogor bauen weitgehend auf Untersuchungen in Plantagenbeständen auf und sind auf Naturwälder nur bedingt übertragbar. Es erscheint angebracht, auch an dieser Stelle auf die Notwendigkeit weiterer systematischer Untersuchungen auf diesem Gebiet hinzuweisen.

35. Bodenuntersuchungen.

351. Zum Wachstum von Teak auf verschiedenen Standorten.

Im allgemeinen wächst Teak auf trockenen Alluvialböden, die sich meist entlang der Flußläufe erstrecken. Eine gute Wasserführung des Bodens ist neben Bodenfeuchtigkeit, Niederschlägen und Höhenlage einer der wichtigsten Faktoren für die Existenz und das Wachstum des Teaks. Daneben sind in den Ländern, in denen Teak vorkommt, einige interessante aber sich vielfach widersprechende Erkenntnisse erarbeitet worden.

Über die Abhängigkeit der Verbreitung des Teaks von der unterschiedlichen Qualität des Grundgesteins in den Ländern

Indien, Burma, Indonesien und Thailand sind in den letzten 30 Jahren zahlreiche Untersuchungen angestellt worden. Sie haben ergeben, daß in erster Linie das Grundgestein für das Vorkommen von Teak ausschlaggebend ist. Dazu zählen die verschiedenen alluvialen Ablagerungen von Kalkstein, Granit, Gneis, Basalt etc.

Auch die "Thailand Sivicultural Division" kommt zu dem Ergebnis (Banijbatana (3)), daß die Wuchsleistung des Teaks vom Grundgestein, das ja die Bodensubstanz liefert, weitgehend abhängig ist. So benötigt z. B. ein Teak-Baum, um die Fällungsgrenze, d. h. den Umfang von 213 cm, zu erreichen, durchschnittlich auf

alluvialem Boden	85	Jahre,
Kalkstein	130	" ,
Sandstein	160	" ,
metamorphem Gestein	170	" .

Um eine gute Teak-Qualität zu erreichen, sind verschiedene spezifische Minerale notwendig. Besonders eine ausreichende Calciummenge im Boden ist für ein schnelles Wachstum von Teak erforderlich, wie Kalkarni (32), Gupta (17), Puri (62) aus Indien, Hamilton (1930) aus Burma, Beekman und Nieuland (1922, 1932) aus Indonesien und Seth und Yadav (75) berichten. Daher hofft man, die Teak-Qualität in den genannten Ländern durch Calciumdüngung fördern zu können.

Eine andere Meinung vertritt Kamdambi (34), der aufgrund seiner Untersuchungen zu der Ansicht gelangte, daß der Calcium-, Phosphat- und Pottaschegehalt keinen spezifischen Einfluß auf das achstum von Teak ausübt. Seine Versuche ergaben:

	Ertragsklasse I	Ertragsklasse III
Calciumgehalt	0,104	0,385
Phosphorsäuregehalt	0,889	0,091
Pottasche	0,268	0,266
pH der Oberschicht	5,490	6,690
pH der Unterschicht	4,820	5,820

Der physikalische Bodenzustand ist nach Ansicht der genannten Autoren nicht so bedeutungsvoll wie der chemische, wobei der pH-Wert als ein direkter Weiser für die Fruchtbarkeit des Bodens gilt.

352. Dünnschliff-Auswertung.

Nach dem Dünnschliff-Verfahren (Kubiena (27)) wurden Präparate aus den Bodenproben des Mae Pan Waldes angefertigt und unter Anleitung von Professor Dr. Kubiena, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Reinbek (Abteilung Bodenkunde), in den Übungsstunden ausgewertet. Dabei ergaben sich interessante Unterschiede zwischen den Profilen Nr. 1 (schlechte Teak-Qualität) und Nr. 6 (gute Teak-Qualität).

Profil Nr. 1

Teak-Bestockung schlechter Qualität, Plateaulage bis leicht geneigter Oberhang.

Dünnschliff Nr. 1: A-Horizont (0,25 cm), lockere Großaggregate aber auch gröbere Sprungrisse; örtlich auch Partien, die durch Regenwürmer und Enchytreiden geformt sind. Zu einem Schwammgefüge kommt es aber meistens nicht, da die Tendenz, daß sich die einzelnen Wurmaggregate miteinander verkitten, vorherrscht. Vereinzelt Quarze verschiedener Größe.

Dünnschliff Nr. 2: A_1-Horizont (25 - 30 cm). Die Substanz ist weniger dicht, die Sprungrisse sind stärker und vereinzelt durch Regenwürmer überformt, d. h. die Aggregate, die die größeren Sprungrisse begrenzen, sind deutlich gerundet, oft aber anscheinend wieder sekundär fest aneinandergekittet. Daneben finden sich kleine, gut gerundete Aggregate, die locker an den Hohlraumwänden kleben. In dem dichteren Material ist die Spaltausfüllung durch Eisenhydroxyde sehr reichlich. Seitliche Fortbewegungen des Eisenhydroxyds. Der Humus ist hier reichlicher, Bestandsabfallreste sehr selten. Abgesehen von einzelnen frischen Mineralbruchstücken sind alle Mineralgemengteile, einschließlich der Augite, stark verwittert. Die Olivine sind als solche kaum noch erkennbar.

Dünnschliff Nr. 3 aus 50 cm Tiefe; B-Horizont (30 - 80 cm). Extrem dichte Masse von zersetztem, feinkörnigem Verwitterungsmaterial durchsetzt mit einzelnen, frischeren Gesteinsbruchstücken. Die Masse ist von Humus dunkel gefärbt. In Partien, die reich an schmutzigfarbenen Schlämmstoffen sind, treten die Magnetite zurück. Das deutet darauf hin, daß die Partien weitgehend aus verlagertem Material bestehen. Einige dunkle Säume und Hohlräume kommen vor, die von konkretionären, schwarzen Eisenoxyden ausgefüllt sind. Die Sprungrisse (Trockenrisse) sind sehr fein und zahlreich. Sie werden von Fließplasma angefüllt. Kleine auskristallisierte Leisten im Fließplasma bestehen wahrscheinlich aus Goethit.

Dünnschliff 4 aus 65 cm Tiefe, B-Horizont (30 - 80 cm). Material stärker verwittert, Grundmasse mehr gelblich. Die Plagioklase haben ihre kristalline Umgrenzung und ihre Doppelbrechungseigenschaften weitgehend verloren und gehen in eine verschwommentonige Substanz über. Hellgelbes Material mit Doppelbrechungsschlieren durchsetzt das ganze Gefüge, örtlich hat es eine schmutzige Färbung, die höchstwahrscheinlich vom Humus herrührt. Außerdem ist feinkörniges Material in die Leitbahnen eingeschlämmt. Die Grundmasse ist sehr eisenreich, zeigt eine Braunlehmverwitterung, lediglich die Augite sind noch einigermaßen gut erhalten.

Dünnschliff Nr. 5: C-Horizont (135 - 143 cm). Olivin-Basalt, guterhaltene Plagioklasleisten, Magnetit, wenig Augit, viel Olivin. Der Olivin ist angewittert. Alle Körner haben einen gelbrotockerfarbenen Baulingitrand. Örtlich wird die Baulingit-Substanz, besonders in der Nähe von Sprungrissen und kleinen Hohlräumen, verschlämmt. Die Olivin-Substanz ist meistens im Innern der Olivine erhalten, einige sind aber auch serpentinisiert. Einzelne größere Augite. Die Baulingiträndер führen häufig Sprungrisse. Einzelne Hohlräume sind mit einer weißen Substanz bisher unbekannter Zusammensetzung ausgekleidet. Vereinzelt finden sich auch Hämatite. In den Leitbahnen kommt vereinzelt hellgelbes bis braungelbes Fließplasma vor, das höchstwahrscheinlich ganz oder teilweise von den Baulingiträndern stammt. Braune und gelbe Querstreifen deuten aber möglicherweise auf verschiedenes Ausgangsmaterial hin.

Dünnschliff Nr. 3 aus 65 - 75 cm Tiefe. B-Horizont (30 - 95 cm). Stark zersetztes Gesteinsverwitterungsmaterial, in dem neben Magnetit und vereinzeltem Augit häufig feine Plagioklasleisten erkennbar sind. Daneben kommen große Orthoklase vor, während Quarz fehlt. Die einzelnen großen Gesteinsbruchstücke zeigen stärker angewitterte, rotbraungefärbte Ränder. Klüfte und Hohlräume führen reichlich eingeschlämmtes Braunlehmmaterial mit Doppelbrechungsschlieren.

Dünnschliff Nr. 4 aus 125 - 130 cm Tiefe. C-Horizont (95 - 150 cm). Die Partien mit feiner Mineralgrundsubstanz sind stark zersetzt und wahrscheinlich vermikulitführend. Oft sind sie stark kugelförmig ausgebildet. An feineren Gemengteilen finden sich stark zersetzte Plagioklase und Biotitreste sowie wahrscheinlich Augit, während die großen Kristalle ausschließlich aus Orthoklasen bestehen. An den Bruchstellen kommen Braunlehmeinschlämmungen vor und in den Klüften starke Eisenausscheidungen.

Dünnschliff Nr. 5 aus 280 - 290 cm Tiefe. C-Horizont (150 - 305 cm). Verwitterung der Mineralbestandteile läßt mit zunehmender Tiefe nach. Alle großen Minerale sind völlig frisch. Einschlämmungen an Braunlehm treten fast völlig zurück, während die Klüfte von starken Eisenausscheidungen erfüllt sind.

Profil Nr. 5

Teak-Bestockung I. Bonität im Flußtal des Mae Pan, 100 m vom Fluß entfernt.

Dünnschliff Nr. 1: A-Horizont (0 - 7 cm). Große Einzelaggregate, die im Innern jedoch etwas kompakter als im B-Horizont sind. Das Material ist ausgewaschen und im Zusammenhang des Wechsels von Regen- und Trockenzeit ist an vielen Stellen ein staubartiger Zerfall der Gefügeelemente zu erkennen. Die Gesteinsbruchstücke sind zahlreich und weisen zum großen Teil Anzeichen von Laterisierung auf. Unter den einzelnen Materialien überwiegt Quarz.

Dünnschliff Nr. 2 aus 15 - 18 cm Tiefe. A_1-Horizont (7 - 25 cm). Hohlraumreiches Schwammgefüge, gut vererdeter Braunlehm mit zahlreichen Gemengteilen, die teilweise Lateritisierungsspuren aufweisen. Die Grundmasse erscheint gebleicht, d. h. sie ist ausgeschlämmt.

Dünnschliff Nr. 3 aus 30 - 35 cm Tiefe. B-Horizont (25 - 90 cm). Vererdetes Braunlehmmaterial mit zahlreichen Gesteinsbruchstücken, Quarz, Orthoklas und etwas gebläichter Glimmer. Die Zersetzung der Augite ist sehr weit fortgeschritten. Die meisten Hohlräume sind leer, das örtlich vorhandene Fließplasma ist durch Humus gefärbt.

Dünnschliff Nr. 4 aus 150 cm Tiefe. C-Horizont (90 - 225 cm). Sehr heterogenes Ausediment. Das Gefügeplasma ist leicht durchflockt und locker. Örtlich sind noch Fließbewegungen erkennbar. Verschiedene Partien zeigen Laterisierung. Die einzelnen Gemengteile sind nacheinander eingebracht worden. Die Leitbahnfüllung deutet auf ein mehrphasiges System hin.

Dünnschliff Nr. 5 aus 200 cm Tiefe. C-Horizont (90 - 225 cm). Dichtes Gefüge mit starken Rissen, sehr intensiv durchsetzt von Eisenausscheidungen, die im Auflicht rot gefärbt sind. Hoher Anteil an lateritischem Material. Die Gemengteile bestehen aus tonigen Quarzitbruchstücken, Quarz, Orthoklase sowie stärker zusammengesetztem Plagioklas, Augit, gebleichtem Biotit und sehr stark zersetzten Mineral- und Gesteinsanteilen, deren einzelne Minerale nicht mehr zu identifizieren sind. An feineren, gut erhaltenen Mineralen kommen ferner noch Magnetit und Apatit vor. In den Leitbahnen sind Braunlehmschlämmstoffe sehr verbreitet, die von oben her hineingeschlämmt sein können.

Dünnschliff Nr. 6 aus 230 cm Tiefe. C_1-Horizont (unter 225 cm). Toniges, verhärtetes und sehr dichtes Material, breckziöses Gefüge, sehr heterogen. Vorhandene Hohlräume zum größten Teil mit Fließplasma gefüllt.

353. Bewertung der Bodenprofile.

Profil Nr. 1: Plateau bis leicht geneigter Oberhang. Bodendegradation durch Brandrodungsbau in zurückliegender Zeit sehr wahrscheinlich. In der heutigen Verfassung käme dieser Boden für Brandrodungsbau nicht mehr in Frage.
Basaltverwitterungsmaterial, nährstoffreich, Struktur sehr schlecht: Zementschicht von 30 - 80 cm. Der Oberboden (0 - 25 cm) ist etwas günstiger, Anzeichen von Wurmtätigkeiten, die aber für die biologische Aktivierung und Auflockerung infolge neuer Störungen (Brand) nicht ausreichen. Extremer Wechsel von naß zu trocken.
Bodentyp: Tirs - tropischer Pseudogley.

Die Bodenprofile 2, 3 und 4 stellen Basaltverwitterungsböden ähnlich dem Nr. 1 dar. Die Verdichtung und die tirsoide Ausbildung sind indessen bei weitem nicht so stark und die Struktur ist erheblich besser. Verdichtung und tirsoide Ausbildung nehmen in den Profilen 2, 3 und 4 ab. Profil Nr. 4 ist somit als der leistungsfähigste dieser drei Böden anzusprechen.

Profil Nr. 5: Flußufer. Überflutung in der Regenzeit, Oberboden in der Trockenzeit stark ausgetrocknet. Hier ist niemals ein Brandrodungsbau vorgenommen worden. Der gut strukturierte Oberboden ist maximal 30 - 35 cm mächtig, die tieferen Horizonte sind dichter. Die Nährstoffversorgung ist durch den mittleren bis guten Mineralgehalt des Bodens sowie durch Überflutungen und Grundwasser hinsichtlich aller Nährstoffe sehr gut gewährleistet. Standorte dieser Art werden in Zukunft dem Reisanbau zufallen. Bodentyp: Aueboden ("lessivé"-artig).

Profil Nr. 6: Dieser Steilhang ist höchstwahrscheinlich niemals einem Brandrodungsbau unterzogen worden. Die Wasserversorgung und Durchlüftung ist günstig bis sehr günstig, die Nährstoffversorgung bis reichlich gut. Bemerkenswert sind die großen Mineralreserven in allen Horizonten, besonders im Unterboden und Untergrund. Eine Verarmung des Oberbodens wird in jedem Fall durch das Hangwasser und durch Überrollung verhütet. Eine Degradationsmöglichkeit durch Bodenerosion besteht in einem Verlust des humosen und gut strukturierten, aber geringmächtigen Oberbodens, der in jedem Fall sehr schwerwiegend sein kann.
Bodentyp: skelettreicher und erdiger Braunlehm geringerer Entwicklungsstufe (Verwandtschaft zum Lithosol).

Alle untersuchten Böden sind gut bis sehr gut mit Nährstoffen versorgt. Eine Abhängigkeit der Massenleistung von Teak hinsichtlich des pH-Wertes ist nicht vorhanden. Auf Standorten mit nährstoffarmem Ausgangsmaterial kann dessen ungeachtet eine Korrelation von pH, Calcium und Nährstoffversorgung einerseits und Teak-Massenleistung andererseits entsprechend zahlreichen Literaturangaben vorhanden sein.

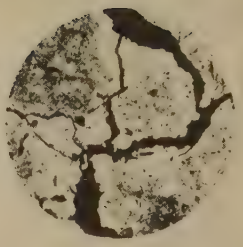
In den untersuchten Standorten hängt die Massenleistung des Teaks somit von der Bodenstruktur und der Wasserführung (Durchlüftung und Wasserhaushalt) ab.

pH-Werte (K Cl.)

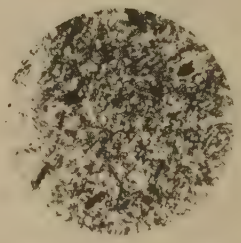
	Bodentiefe	pH
Profil 1	25 cm	5,50
	50 "	5,25
	65 "	5,25
Profil 2	0-20 "	5,05
	80-87 "	5,80
	155-162 "	6,80
Profil 3	15-20 "	5,10
Profil 4	0-8 "	5,45
	25-30 "	5,80
	140-145 "	7,10
Profil 5	0-7 "	6,35
	65-70 "	4,00
	150-155 "	4,00
Profil 6	0-5 "	5,55
	65-70 "	4,70

Profil Nr. 1

(Photo: F.Loetsch)



1.



2.

1. Detailbild des Trocknungszerfalls im Oberboden

(Hohlräume: schwarz; völlig verwitterte Basaltbruchstücke: gepunktet)
Bodenlockerung vorwiegend durch Trockenrisse. Inneres der abgesprengten Aggregate dicht. Durchlüftung und Wasserhaltevermögen mäßig.

0 - 25 cm

Dünnschliff Nr. 1

2. Grundgestein: Olivin-Basalt

Das wirrverzahnte Gefüge wie vorliegend bleibt auch bei starker Verwitterung im Boden erhalten und bildet sehr dichtes "mineralisches" Gefüge (s. Bild 1)

135 - 145 cm

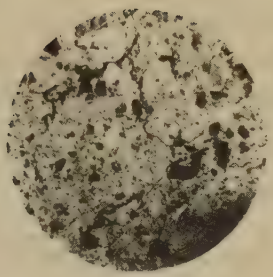
Dünnschliff Nr. 5

Vergrößerung: 12x

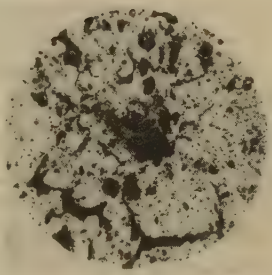
Abb. 22

Profil Nr. 6

(Photo: F.Loetsch)



1.



2.

1. Übersicht der Oberboden-Struktur:

Einige kleinere Trockenrisse (im Bild oben); bröcklig, winklig. Hohlräume zwischen (koprogenen?) Aggregaten, die durch Verschlämmung vereinigt sind, am Rande mehr rund und halbmondförmig. Verschlämmung durch Regenaufschlag bzw. Sickerwasser. Wasserhaltevermögen besser als im gleichen Horizont von Profil 1.

0 - 5 cm

Dünnschliff Nr. 1

Vergrößerung: 5x

2. Detailbild des Schwammgefüges:

Mäßig geflockter Braunlehm bildet gut gerundete, sich immer wieder erneuernde Aggregate. Aufeinandersitzen derselben ("Kugelpackung") im Bild rechts sichtbar. Porosität gut.

25 cm

Dünnschliff Nr. 2

Vergrößerung: 12x

Abb. 23

36. Auswertung der Inventur.

361. Auswertungsplan.

In Abb. 24 wird ein Überblick über den Auswertungsgang der gewonnenen Unterlagen vermittelt.

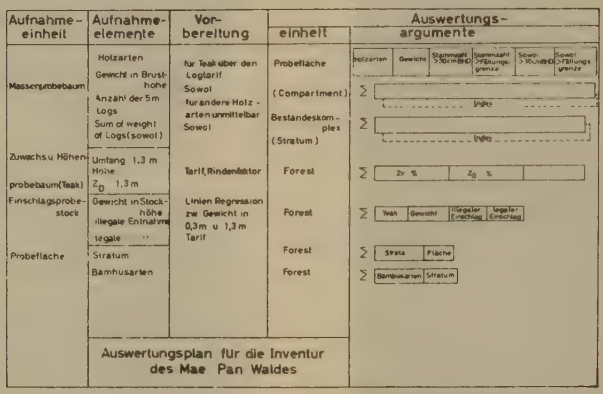


Abb. 24

Schematische Darstellung der Auswertung der gewonnenen Unterlagen.

In dieser Abbildung wird zwischen Aufnahmeeinheiten, Aufnahmeelementen, Auswertungseinheiten und Auswertungsargumenten unterschieden. Zwischen beiden Kategorien liegt eine Vorbereitungsstufe. Es wird gezeigt, welche Aufnahmeelemente (Messungen bzw. Schätzungen) an den Aufnahmeeinheiten erhoben worden sind, für welche Auswertungseinheiten bestimmte Argumente ermittelt werden müssen und ferner auf welchem Wege und mit welchen Hilfsmitteln die Umformung der Aufnahmeelemente in Auswertungsargumente erfolgt.

Die Inventur des MAE PAN Waldes stützte sich auf die Aufnahmeeinheiten: Massen-, Zuwachs- und Höhenprobebaum, Einschlagsprobestock und die Probefläche.

Die Aufnahmeeinheit "Massenprobebaum" umfaßt alle in den beiden konzentrischen Kreisen registrierten Bäume. Bestimmt oder gemessen wurde an jedem dieser Bäume Holzart, Wanner-Gewicht

in Brusthöhe, Anzahl der aushaltungsfähigen 5 m-Logs und für alle Holzarten außer Teak die Gewichtssumme der 5 m-Logs (s.o.w.o.l.). Bei Teak wurde die "s.o.w.o.l." aus den eingeschätzten 5 m-Logs mit Hilfe des Log-Tarifs ermittelt. Ziel der Auswertung war es, aus diesen Aufnahmeelementen für jede Holzart bzw. Holzartengruppe, aufgeschlüsselt nach Kreisflächenklassen (Wanner-Gewichten), die Stammzahl und die "s.o.w.o.l." zu ermitteln. Von besonderer Bedeutung waren dabei die Anzahl und die "s.o.w.o.l." aller Bäume über Fällungsgrenze und aller Bäume mit einem Durchmesser über 30 cm. Diese Argumente mußten für jede Probefläche hergeleitet werden.

Anschließend hätten diese Ergebnisse der einzelnen Probeflächen für jedes "Compartment" zusammengefaßt werden müssen. Das ist leider bei der Auswertung in Thailand versäumt worden, und es ist auch nicht möglich gewesen, diesen Arbeitsgang später nachzuholen. Demzufolge konnten für die einzelnen Compartments keine Aussagen gemacht werden. Für die eine zukünftig durchzuführende Detailplanung ist dies ein großer Nachteil, da die örtliche Planung eine wesentliche Voraussetzung für eine intensive Bewirtschaftung ist.

Sämtliche Probeflächen wurden nach ihrer Stratenzugehörigkeit geordnet und ihre Argumente aufaddiert.

Bei der Aufnahmeeinheit "Zuwachs- und Höhenprobebaum" handelt es sich um repräsentativ ausgewählte Bäume, an denen zusätzlich je Baum drei Bohrspäne in Brusthöhe in einem Winkelabstand von 120° gezogen wurden. Auch eine Höhenbestimmung wurde durchgeführt. Da diese Ermittlungen nur an Teak-Bäumen ausgeführt wurden, beschränken sich die Auswertungen auf das teaktragende Areal (Stratum 1). Mit Hilfe der Höhenwerte wurde die Ertragsklasse ermittelt. Die Bohrspäne dienten zur Bestimmung des Durchmesserzuwachses. Auf dem Wege über die erste Ableitung des Teak-Tarifs und des Durchmesserzuwachses wurde der durchschnittliche Massenzuwachs für Teak berechnet.

Eine Erläuterung der Zuwachsberechnung wird in Abschnitt 374 gegeben.

Die Stubbeninventur diente der Berechnung der durchgeführten Nutzungen. Aufnahmeeinheiten waren die auf den Probeflächen aufgefundenen Teakstubben. Aufnahmeelemente dieser Einheiten waren das Wanner-Gewicht in Stockhöhe und die mit Hilfe der amtlichen Hammermarke durchgeführte Bestimmung, ob der Baum legal oder illegal eingeschlagen war. Ziel der Auswertung war es, für den gesamten MAE PAN Wald die Höhe der legalen und illegalen Einschläge festzustellen. Dazu mußte das Wanner-Gewicht in Stubbenhöhe in das Wanner-Gewicht in Brusthöhe umgeformt werden. Für die Umrechnung waren zahlreiche Durchmessermessungen an stehenden Teak-Bäumen in Stubben- und Brusthöhe durchgeführt worden. Anhand dieser Unterlagen wurde die Regression zwischen beiden Größen bestimmt. Aus dem Gewicht in Brusthöhe und dem "Tarif 57" ließ sich ein Ausdruck für das "merchantable volume" der ausgeführten Nutzungen herleiten.

Zur Ermittlung der Anteile der einzelnen Straten an der Gesamtfläche war die Probefläche die Aufnahmeeinheit und ihre Einordnung in ein bestimmtes Stratum das Aufnahmeelement.

Ähnliches galt für die Bambusinventur, bei der auf jeder Probefläche bestimmt wurde, welche Bambusarten vorkamen und welche Art dominierte.

Die zur Auswertung der 9.600 Probeflächen erforderlichen Arbeitsgänge waren so zahlreich, daß sie manuell nur mit ungewöhnlich hohem Zeitaufwand und mit einem hohen Fehlerrisiko hätten durchgeführt werden können. Deshalb wurde die Auswertung maschinell mit Lochkarten und Lochkartenauswertungsmaschinen durchgeführt.

362. Lochkartenauswertung.

Die maschinellen Lochkartenverfahren stellen für die Auswertung größerer Waldinventuren nicht nur ein Rationalisierungsmittel, sondern vielmehr eine Notwendigkeit dar. Bei dem umfangreichen Erhebungsmaterial, das nach vielen Gesichtspunkten ausgewertet werden soll, ist eine manuelle Auswertung immer mit

großen Schwierigkeiten verbunden. Fehler sind dabei unvermeidlich und machen den Einbau umfangreicher Kontrollen notwendig. Jedes Material wird auf diese Weise praktisch nicht nur einmal, sondern mindestens zweimal, dreimal oder noch öfter durchgearbeitet und durchgerechnet.

Die Auswertungsarbeiten ziehen sich daher oft über lange Zeit hin und die Ergebnisse verlieren an Aktualität. Häufig werden deshalb die Interpretationsmöglichkeiten nicht voll ausgeschöpft, und es besteht ein Mißverhältnis zwischen Erhebungsaufwand und Ausbeute an Ergebnissen. Je kleiner die Aussageeinheiten werden, je schwieriger und zeitraubender gestalten sich die Arbeiten.

Die maschinellen Lochkartenverfahren ermöglichen es, durch vielfache Tabellierung und Sortierung der Auswertungsargumente in kurzer Zeit eine fehlerfreie Auswertung nach vielen verschiedenen Gesichtspunkten durchzuführen. Voraussetzung ist jedoch, daß bereits vor der Aufnahme den Auswertungsgängen Rechnung getragen wird und in die Auswertung Kontrollen eingebaut werden. In den meisten Fällen ist es dabei gar nicht notwendig, komplizierte elektronische Rechenanlagen zu benutzen. Eine maschinelle Grundausstattung, bestehend aus Locher, Sortier- und Tabelliermaschine, ist vielfach bereits ausreichend.

Bei der Auswertung des MAB PAN Materials wurden nur diese drei Maschinen verwendet.

Die Aufnahmebögen des MAB PAN Waldes wurden maschinell auf 80spaltige Lochkarten der Firma IBM (International Business Machines) übertragen. Alle Ordnungs- und Gruppierungsdaten wurden in Zahlen verschlüsselt und damit lochfähig gemacht (Loetsch (44)). Der Maschinen-Code für die Holzarten und Straten ist in den Tabellen 1 und 2 wiedergegeben.

Es wird auf eine Darstellung der gesamten Auswertungsgänge verzichtet und nur als Beispiel der Arbeitsablauf für die Ermittlung des Teak-Vorrates gezeigt:

1) Lochen und Prüfen der Waldaufnahmebögen, Erstellung der Kartenart 1. Für jeden registrierten Baum wurde eine Lochkarte angelegt, die Karten aller Bäume einer Probefläche trugen gleiche Gruppierungs- und Hinweisdaten.

2) Sortieren nach Zugehörigkeit zu Stratum 1. Bei diesem Vorgang fielen die Karten aller Bäume, die nicht zum Stratum 1 gehörten, heraus.

3) Sortieren nach Probeflächennummern.

4) Tabellieren nach Probeflächen und maschinelles Addieren der "s.o.w.o.l." von Bäumen über 30 cm BHD und über Fällungsgrenze. Maschinelles Erstellen der Kartenart 2 (Probeflächennummernkarte).

5) Sortieren der Kartenart 2 nach Liniennummern.

6) Tabellieren der Kartenart 2 für die Linien.

Mit diesen Arbeitsgängen war das Material soweit zusammengefaßt, daß nur noch wenige manuelle Berechnungen notwendig waren, um die Gesamtergebnisse und die Grunddaten für die Genauigkeitsberechnung zu erstellen.

37. Ergebnisse der Inventur.

371. Holzvorrat.

Der Holzvorrat wurde für die einzelnen Straten holzartenweise hergeleitet. Ermittelt wurden dabei die Stammzahl, Kreisfläche und Masse in m^3 Hoppus "merchantable volume". Eine weitere Untergliederung dieser Argumente wurde durchgeführt für Bäume mit einem BHD über 30 cm (Gesamtvorrat) und für Bäume über Fällungsgrenze. Holzarten, die mit weniger als 50 Bäumen pro km^2 vertreten waren, wurden in Holzartengruppen mit gleicher Fällungsgrenze zusammengefaßt (Tab. 18 - 22, Anh.).

Tab. 18 gibt die Vorratsübersicht der einzelnen Holzarten im Stratum 1 (mixed deciduous with Teak) wieder. Dieses Stratum umfaßt 3.671 ha oder 46,5 % der Gesamtfläche des MAE PAN Waldes. Der Gesamtvorrat beträgt 3.064 m^3/km^2. Davon entfallen auf Teak allein 2.048 m^3/km^2 (66,8 %). Die am Vorrat dieses Stratums wesentlich beteiligten anderen Holzarten sind Pterocarpus macrocarpus (5 %), Xylia kerrii (6,2 %) und Lagerstroemia calyculata (4,7 %). Alle übrigen Holzarten (Code 73) verfügen nur über 6,5 % des Gesamtvorrats.

Tab. 19 vermittelt die gleiche Übersicht für das Stratum 2 (mixed deciduous without Teak). Die Gesamtmasse beträgt 2.102 m^3/km^2. Die am Vorrat des Stratums 1 neben Teak beteiligten Holzarten weisen bedeutend höhere Vorratsanteile auf. Lagerstroemia calyculata am Vorrat des Stratums 1 mit 115 m^3/km^2 beteiligt, verfügt hier über 476 m^3/km^2, Xylia kerrii ist ebenfalls fast dreifach stärker vertreten (357 m^3 im Stratum 2 gegenüber 101 m^3 im Stratum 1). Die unter Code 73 zusammengefaßten übrigen Holzarten sind mit 476 m^3/km^2 gegenüber 198 m^3/km^2 im Stratum 1 am Vorrat beteiligt.

Tab. 20 gibt die Vorratsübersicht für die Straten 3 und 4 (hill evergreen und semi evergreen). Diese Waldtypen kommen in kleinen Inseln auf Bergrücken bzw. an Hängen bis hinab in die Täler auf einer Gesamtfläche von 205,0 ha vor (3,9 % der Gesamtfläche). Hauptholzarten dieser Waldtypen sind Dipterocarpus alatus und Dipterocarpus costatus (15,3 %). Andere typische Holzarten sind Hopea odorata (5,4 %), Anisoptera glabra (2,4 %), Sandoricum indicum (3,8 %), Mesua ferrea (4,7 %). Der Anteil der in der Gruppe der"übrigen Holzarten" zusammengefaßten Species steigt in diesem Waldtyp bis zu 45,9 % an. Der Gesamtvorrat beträgt 2.467 m^3 Hoppus pro km^2.

Der Waldtyp "dry dipterocarp" wird von den Straten 6, 7 und 8 gebildet. Die Zusammenstellung der Inventurergebnisse gibt die Tab. 21. Der "dry dipterocarp" nimmt im MAE PAN Wald eine Fläche von 1.232,0 ha (18,1 %) der Gesamtfläche ein. Wichtigste Holzarten dieses Waldtyps sind Dipterocarpus tuberculatus, Dipterocarpus obtusifolius (11,3 % bzw. 6,7 % vom Gesamtvorrat), Pentacme siamensis mit 503 m^3/km^2 (38,9 %) und Shorea obtusa mit 466 m^3/km^2 (36,0 %). Die übrigen Holzarten (Code 73) umfassen nur 1,4 % des Holzvorrates. Der Gesamtvorrat beträgt 1.293 m^3 Hoppus pro km^2.

In Tab. 22 wird eine Übersicht über die Anteile der einzelnen Holzarten an der Gesamtmasse im MAE PAN Wald gegeben. Es ist ersichtlich, daß Teak nicht nur am Gesamtvorrat über 30 cm BHD (46 %), sondern auch am Gesamtvorrat über Fällungsgrenze (26,5 %) den höchsten Prozentanteil aufweist. Teak spielt daher im MAE PAN Wald die dominierende Rolle. Die wichtigsten Holzarten neben Teak sind Lagerstroemia calyculata (7,6 %), Xylia kerrii (7,5 %), Pterocarpus macrocarpus (5,1 %), Pentacme siamensis (4,7 %) und Shorea obtusa (3,6 %).

Der Gesamtvorrat auf einer Fläche von 6.793 ha an Bäumen mit einem BHD über 30 cm beträgt 141.829 m^3 Hoppus, davon entfallen 65. 183 m^3 Hoppus auf Teak.

372. Stammzahlverteilung.

In Abb. 25 ist die Stammzahlverteilung pro km^2 des Gesamtareales des MAE PAN Waldes für Teak wiedergegeben. Es wurde eine halblogarithmische Darstellung gewählt, um die Gesetzmäßigkeiten besser aufzeigen zu können. Die Ordinate gibt den Logarithmus der Stammzahl, die Abszisse die Wanner-Gewichte an. Es scheint eine lineare Regression zwischen diesen beiden Größen vorzuliegen. Die Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate führte zu einer Bestimmungsgleichung:

$$\log y = 3{,}1329 - 0{,}1095 \cdot W,$$

wobei y = die Stammzahl pro km^2 und

W = die Wanner-Gewichte in Brusthöhe.

Es tritt hier also eine geradlinige Beziehung zwischem dem Logarithmus der Stammzahl und der Kreisfläche in Erscheinung, während die Untersuchungen für Plenterwälder, wie sie Meyer (51) durchführte, immer zu einem gradlinigen Zusammenhang zwischen Logarithmus Stammzahl und Durchmesser führten.

Die Stammzahlverteilung pro km^2 in den zwei wichtigsten Straten 1 und 2 (mixed deciduous with Teak und mixed deciduous without Teak) wurde für die Holzarten Lagerstroemia calyculata (Abb. 26), Pterocarpus macrocarpus (Abb. 27), Xylia kerrii (Abb. 28) und andere Holzarten (Code 73) (Abb. 29) erstellt (s. Tab. 23 und 24, Anh.).

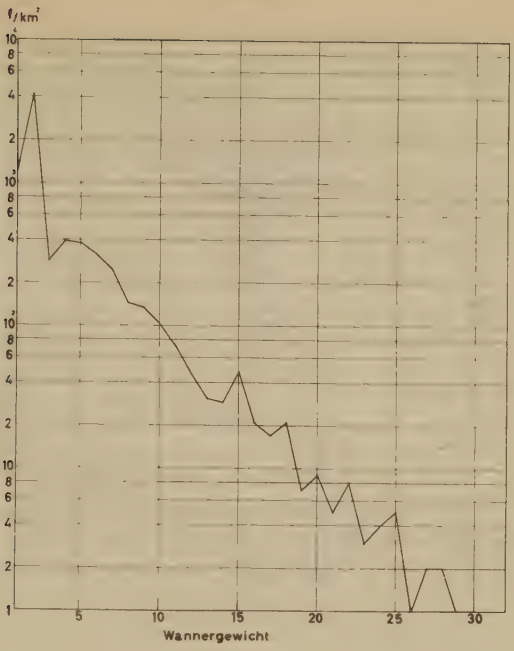


Abb. 25

Stammzahlverteilung pro km^2 des Teaks, MAE PAN Wald.

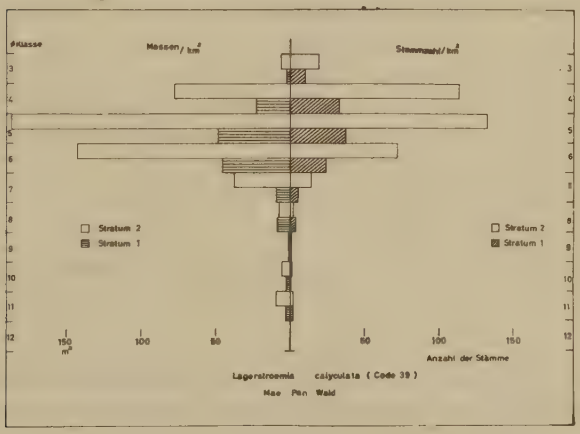


Abb. 26

Stammzahl- und Massenverteilung auf die Durchmesserklassen von Lagerstroemia calyculata in den Straten 1 und 2 in Indexwerten pro km^2.

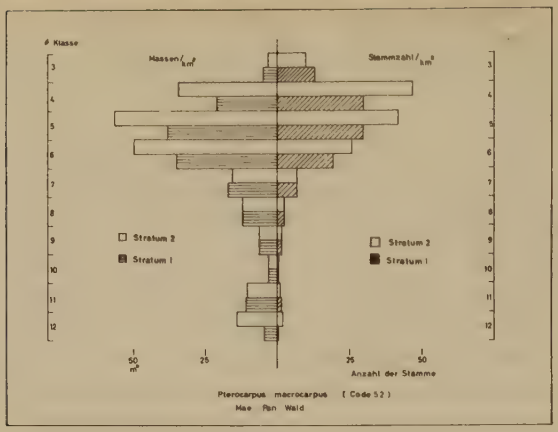


Abb. 27

Stammzahl- und Massenverteilung auf die Durchmesserklassen von Pterocarpus macrocarpus in den Straten 1 und 2 in Indexwerten pro km^2.

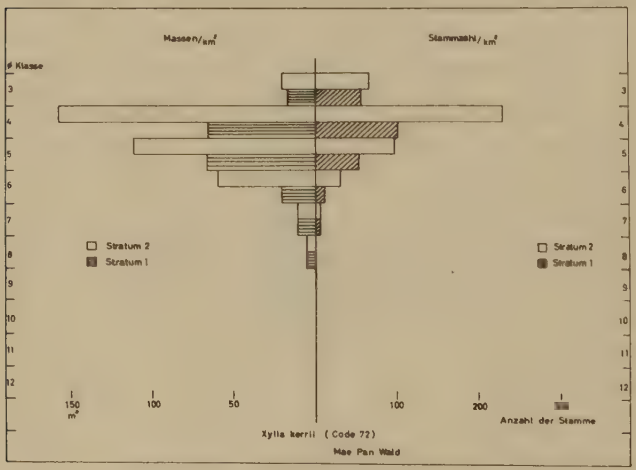


Abb. 28

Stammzahl- und Massenverteilung auf die Durchmesserklassen von Xylia kerrii in den Straten 1 und 2 in Indexwerten pro km^2.

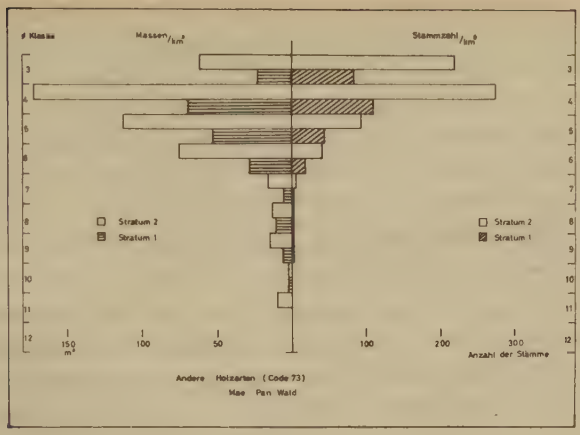


Abb. 29

Stammzahl- und Massenverteilung auf die Durchmesserklassen von "andere Holzarten" (Code 73) in den Straten 1 u.2 in Indexwerten pro km^2.

Ein Vergleich zwischen den Stammzahlverteilungen der Holzarten Xylia kerrii, Lagerstroemia calyculata, Pterocarpus macrocarpus und der Gruppe andere Holzarten (Code 73) in den Straten 1 und 2 läßt einige interessante Rückschlüsse zu. Es wird vermutet (Loetsch (45, 47)), daß früher alle "mixed deciduous" Wälder zum großen Teil mit Teak bestockt waren, daß aber das Teak als Folge des Brandrodungsbaues auf einem großen Teil der Fläche verschwunden ist. Die schnellwüchsigeren Holzarten haben seit damals wieder an Boden gewonnen. Ein auffallendes Merkmal ist der Gesamtvorrat von durchschnittlich 1.700 - 2.000 Stämmen/km^2 im Stratum 2 gegenüber 3.300 Stämmen/km^2 im Stratum 1. Es scheint, daß die Verdrängung des Teaks eine große Stammzahllücke hinterlassen hat.

373. Genauigkeitsberechnung.

Jede Vorratsermittlung durch Stichproben erfordert eine Bestimmung des Genauigkeitsrahmens der gefundenen Ergebnisse. Der Genauigkeitsrahmen umfaßt den mit der Variation der einzelnen Argumente auf den einzelnen Linien zusammenhängenden Fehler und nicht die sogenannten "biased errors", die mit Meßungenauigkeiten, Tarifunstimmigkeiten usw. zusammenhängen.

Bei der vorliegenden Untersuchung wurde von den Linien als den statistischen Einheiten ausgegangen.*) Alle Probeflächen einer Linie wurden zusammengefaßt und als statistische Einheit betrachtet. Der Grund für dieses Vorgehen liegt darin, daß die einzelnen Probeflächen im Falle der MAB PAN Inventur zu klein waren, um den Charakter einer statistischen Einheit zu besitzen. Außerdem war die Verteilung der Probeflächen nicht gleichmäßig. Der Probeflächenabstand auf der Linie war weit geringer als der Linienabstand.

Durch diese Wahl der Linien als statistische Einheiten konnte die übliche Form der Fehlerberechnung nicht angewendet werden. Für die Ermittlung des Stammzahl- und Massenfehlers für Teak tauchte ein zweites Problem auf, das die Berechnung zusätzlich erschwerte. Zu der Linienlänge als variabler Größe trat noch der variable Anteil von Probeflächen des Stratums 1 hinzu. Es mußte also eine Fehlerberechnung für ein Kollektiv bei variabler Größe der Einzelproben durchgeführt werden, und die Werte für die statistischen Einheiten (Linien) müßten ihrem Teakanteil entsprechend in die Rechnung einbezogen werden.

Wenn N = Anzahl der statistischen Einheiten (Linien),

w_i = die Aufnahmefläche des Stratums 1 auf der Linie i,

Z_i = Die Stammzahl bzw. Masse an Teak auf den Aufnahmeflächen des Stratums 1 der Linie i,

so ergibt sich die mittlere Stammzahl- bzw. Massenhaltung auf der Flächeneinheit (Indexwert) aus

$$M = \frac{\sum_{1}^{N} Z_i w_i}{\sum_{1}^{N} w_i} .$$

Den mittleren Fehler für diesen Indexwert erhalten wir aus

$$S_M^2 = \frac{N(\sum_{1}^{N} w_i^2 (Z_i - M)^2)}{(N-1)(\sum w_i)^2} .$$

*) Die mathematischen Gedankengänge dieses Abschnittes sind mir von Herrn Dr. Haller aus der Abteilung Waldinventur der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft zur Durchführung meiner Aufgabe zur Verfügung gestellt worden. Sie werden methodisch im Buch "Forest Inventory" veröffentlicht (Loetsch/Haller).

Den Ausdruck für die Streuung (s^2) können wir durch Umstellung nach $s^2 = S^2 \cdot N$ herleiten, und es ergibt sich:

$$s^2 = \frac{N \cdot N\left(\sum_1^N w_i^2 Z_i^2 - 2M Z_i \sum_1^N w_i^2 + 2M^2 \sum_1^N w_i^2\right)}{(N-1)\left(\sum_1^N w_i^2\right)} \cdot$$

Zur Vereinfachung und der besseren Übersicht halber wollen wir diesen Ausdruck durch die Einführung neuer Bezeichnungen etwas umstellen.

Wir schreiben für w_i ——— y_i

und für $w_i Z_i$ ——— x_i.

M ergibt sich damit aus:

$$M = \frac{\sum_1^N x_i}{\sum_1^N y_i} = \frac{\bar{x}}{\bar{y}},$$

und Z_i wird errechnet durch

$$Z_i = \frac{x_i}{y_i} .$$

Für den oben angeführten Streuungsausdruck können wir demnach schreiben:

$$s^2 = \frac{N \cdot N\left(\sum_1^N y_i^2 \left(\frac{x_i}{y_i}\right)^2 - 2M \left(\frac{x_i}{y_i}\right) \sum_1^N y_i^2 + 2M^2 \sum_1^N y_i^2\right)}{(N-1)\left(\sum_1^N y_i^2\right)}$$

$$= \frac{\Sigma y_i^2 \left(\frac{x_i}{y_i} - \frac{\bar{x}}{\bar{y}}\right)^2}{\bar{y}^2 (N-1)} .$$

Multiplizieren wir diesen Ausdruck aus, so erhalten wir nach mehreren Umformungen schließlich:

$$s^2 = \frac{M^2}{(N-1)} \left(\frac{\sum_1^N x_i^2}{\bar{x}^2} - 2 \frac{\sum_1^N x_i y_i}{\bar{x}\,\bar{y}} + \frac{\sum_1^N y_i^2}{\bar{y}^2}\right).$$

Als Anwendungsbeispiel wird im folgenden die Fehlerberechnung für die Gewichtssumme (s.o.w.o.l.) für Teak über 30 cm BHD durchgeführt:

$N = 117$

$\Sigma x_i = 46\,907{,}4 \qquad \bar{x} = 400{,}918 \qquad \bar{x}^2 = 160\,735{,}24$

$\Sigma x_i^2 = 32\,978\,687{,}46$

$\Sigma y_i = 223{,}80 \qquad \bar{y} = 1{,}9128 \qquad \bar{y}^2 = 3{,}6588$

$\Sigma y_i^2 = 630{,}39$

$\Sigma x_i y_i = 134\,470{,}975 \qquad \bar{x}\bar{y} = 766{,}876$

$$M = \frac{\bar{x}}{\bar{y}} \text{ oder } \frac{\Sigma x_i}{\Sigma y_i} = 209{,}595 \qquad M^2 = 43\,930{,}064$$

$$s^2 = \frac{M^2}{(N-1)} \left(\frac{\Sigma x_i^2}{\bar{x}^2} - \frac{2\Sigma x_i y_i}{\bar{x}\bar{y}} + \frac{\Sigma y_i^2}{\bar{y}^2} \right)$$

$$= \frac{43\,930{,}64}{116} \left(\frac{32\,978\,687{,}46}{160\,735{,}24} - \frac{2 \cdot 134\,470{,}975}{766{,}876} + \frac{630{,}36}{3{,}6588} \right)$$

$$= 378{,}707 \; (205{,}173 - 350{,}698 + 172{,}294)$$

$$= 378{,}707 \cdot 26{,}769 = 10\,137{,}6$$

$s = 101$

$$s\% = \frac{101{,}100}{209{,}595} = 48{,}2\%$$

$$S\% = \frac{s\%}{\sqrt{N}} = \frac{48{,}2}{10{,}81} = 4{,}45\ \%$$

$S = 9{,}3$

$tS\% = 4{,}5 \cdot 1{,}96 = 8{,}82$ (bei 95 % Wahrscheinlichkeit)

$tS = 9{,}3 \cdot 1{,}96 = 18{,}2$

Die Summenwerte (s. Tab. 25, Anh.) und die Ergebnisse der Fehlerberechnungen sind in Tab. 25a zusammengestellt worden.

Als Inventurziel war gesetzt worden, die"s.o.w.o.l." von Teak über 30 cm mit einer Genauigkeit von ± 10 % und die "s.o.w.o.l." über Fällungsgrenze mit ± 20 % bei 95 % Wahrscheinlichkeit zu

Als Inventurziel war gesetzt worden, die "s.o.w.o.l." von Teak über 30 cm mit einer Genauigkeit von ± 10 % und die "s.o.w.o.l." über Fällungsgrenze mit ± 20 % bei 95 % Wahrscheinlichkeit zu bestimmen. Die ermittelten Fehler für die "s.o.w.o.l." über 30 cm BHD beträgt ± 8,8 %, und für die "s.o.w.o.l." über Fällungsgrenze ergab sich ein Fehler von 23,3 % (s. Tab. 25a).

Das Genauigkeitsziel wurde demnach wohl für den Teak-Vorrat über 30 cm BHD, aber nicht für den Vorrat über Fällungsgrenze erreicht. Der Grund hierfür liegt in der hohen Variation. Trotzdem alle auf einer Linie liegenden Probeflächen für die Fehlerberechnung zu einer statistischen Einheit zusammengefaßt wurden und die durchschnittliche Größe einer solchen Einheit ca. 2 ha umfaßt, beträgt der Variationskoeffizient für die Gewichtssumme der Bäume über Fällungsgrenze noch über 129 % (s. Tab. 25a). Diese hohe Variation wird verständlich, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß die mittlere Masse von Teak-Bäumen über Fällungsgrenze pro ha im Untersuchungsgebiet nur 4,7 m^3 (Hoppus) beträgt und selbst die wenigen diese geringe Masse repräsentierenden Bäume nicht gleichmäßig über das Areal verteilt stehen. Um eine Genauigkeitsforderung von $\pm$ 20 % bei 95 % Wahrscheinlichkeit zu erreichen, wäre mindestens eine 10%ige Probeflächenaufnahme erforderlich gewesen.

374. Massenzuwachsermittlung.

Im "mixed deciduous forest" lassen sich nur bei Teak Zuwachszonen erkennen. Für eine Massenzuwachsermittlung der anderen Holzarten müssen langfristige Beobachtungen der Durchmesserentwicklung auf Versuchsflächen angestellt werden. Derartige Versuchsflächen bestehen in Thailand noch nicht. Die Massenzuwachsermittlung muß deshalb vorläufig auf die Holzart Teak beschränkt bleiben. Sie stützt sich auf vier verschiedene Grundlagen:

a) den "Massentarif 1957" für Teak (Loetsch (45)),
b) die im Mae Pan Wald durchgeführten Zuwachsbohrungen an 1495 Bäumen,
c) die Relation Durchmesser o.R. zu Durchmesser m.R.

Aus diesen Werten können wir nach dem Tarifdifferenzverfahren (Meyer (53), Loetsch (39, 42), Richter, Großmann, Thiele (102)) die Zuwachsprozente der einzelnen Wanner-Gewichte (Kreisflächenklassen) herleiten. Zum Massenzuwachs selbst gelangen wir dann durch Multiplikation des Massenzuwachsprozentes mit

d) den Massen in den einzelnen Gewichtsklassen, wie sie durch die Inventur ermittelt wurden.

Zu a) Der Massentarif 1957 ist ein "merchantable volume tariff". Als Eingangsgröße dient das "weight of basal area", also die Kreisfläche in Brusthöhe m.R. Die Maßeinheit ist "sum of weight of logs".

Tarif 1957: "s.o.w.o.l." = -2,3200 + 1,580 506 · W.

Die "s.o.w.o.l." ist die Summe der mittleren Gewichte von 5 m langen Logs. Wir kommen zum "solid volume" in m^3 durch Multiplikation mit 5 (= Länge in Meter der einzelnen Logs) und Division durch 40 (Umformung der"weights" in m^2 Kreisfläche).

"s.o.w.o.l." = $\frac{V}{5} \cdot 40$ oder

V in m^3 = $\frac{\text{"s.o.w.o.l."} \cdot 5}{40}$ = G in m^2 · 5m.

Da in Thailand das Hoppus-Maß üblich ist, muß noch das "solid volume" in m^3 Hoppus umgeformt werden.

1 m^3 "solid volume" = $\frac{11}{14}$ m^3 Hoppus. Dann ergibt sich

V_{Hoppus} = $\frac{\text{"s.o.w.o.l."} \cdot 5}{40} \cdot \frac{11}{14}$ = "s.o.w.o.l." · 0,098 214.

Wir stellen nun den Tarif 1957 in die Maßeinheit m^3 Hoppus um:

$$V_{Hoppus} = (-2,3200 + 1,580\ 506 \cdot W) \cdot 0,098\ 214.$$

Durch eine zweite Umformung müssen wir noch das Wanner-Gewicht in Durchmesser umwandeln, um den uns durch die Zuwachsbohrungen bekannten Durchmesserzuwachs einführen zu können.

$$W = G \cdot 40, \text{ wobei } G \text{ in } m^2,$$

$$G = \frac{\pi}{4} \cdot D^2, \text{ wobei } D \text{ in m und}$$

$$W = \frac{40 \cdot \pi}{4} \cdot D^2 = 31,4159 \cdot D^2.$$

Dies eingesetzt in unsere Massengleichung ergibt:

$$V_{Hoppus} = 0,098\ 214 \cdot (-2,3200 + 1,580\ 506 \cdot 31,4159 \cdot D^2)$$
$$= -0,227\ 857 + 4,876\ 63 \cdot D^2.$$

Aus diesem Tarif errechnen wir den Steigungsfaktor, der uns angibt, um welchen Betrag die Masse des Einzelbaumes zunimmt, wenn sich der Durchmesser um eine Einheit erhöht. Dieser Wert ist identisch mit der 1. Ableitung:

$$\frac{dV_{Hoppus}}{dD} = 4,876\ 63 \cdot 2D = 9,753\ 26 \cdot D.$$

Zu b) Durchmesserzuwachs.

Im MAE PAN Wald wurden 1495 Bäume je dreimal im Abstand von 120° gebohrt. Die Verteilung der Bäume ist aus Tab. 26 (Anh.) und Abb. 30 ersichtlich. Es zeigt sich, daß keine regelmäßige Beziehung zwischen Durchmesser und Durchmesserzuwachs vorliegt. Der Durchmesserzuwachs muß für alle Stärkeklassen einheitlich angenommen werden. Als Durchschnittswert für alle Durchmesserklassen ergibt sich ein mittlerer jährlicher Durchmesserzuwachs von 0,6582 cm. Dieser Wert ist mit einem Fehler von ± 2,43 % bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 5 % behaftet.

Zu c) Rindenfaktor.

Der Rindenfaktor, das Verhältnis Durchmesser m.R. zu Durchmesser o.R., wurde aus einem großen Material ermittelt, (Loetsch (43)). Da sich eine deutliche Abhängkeit vom Durchmesser zeigte, kann bei Teak nicht wie bei vielen europäischen Holzarten ein einheitlicher Rindenfaktor unterstellt werden, vielmehr muß für jede Durchmesser- oder Gewichtsklasse nach der Verhältnisgleichung

BHD m.R. = 3,175 + 1,0445 BHD o.R.

der Faktor berechnet werden (Tab. 27, Anh.).

Mit Hilfe der beschriebenen Komponenten wird nun das Zuwachsprozent für die einzelnen Klassen hergeleitet:

$$Z_V\% = \frac{dV \cdot Z_D\text{m.R.}}{V} \cdot 100.$$

Als Z_Dm.R. setzen wir in diesem Falle den mit dem entsprechenden Rindenfaktor korrigierten mittleren Durchmesserzuwachs o.R. in die Gleichung ein:

$$Z_D\text{m.R.} = Z_D\text{o.R.} \cdot R$$

Wir erhalten demnach für das Zuwachsprozent der einzelnen Durchmesserklassen als allgemeine Gleichung:

$$Z_V\% = \frac{9,753\ 26 \cdot D \cdot 0,006\ 582 \cdot R}{-0,227\ 857 + 4,876\ 63\ D^2} \cdot 100$$

$$= \frac{0,064\ 196 \cdot D \cdot R}{-0,227\ 857 + 4,876\ 63 \cdot D^2} \cdot 100$$

Beispiel für die Berechnung:

Gewicht 3; mittlere Kreisfläche = 0,0750 m^2;

BHD m.R. bei G = 0,0750 m^2 = 30,9 cm; R = 1,1359.

$$Z_V\% = \frac{0,064\ 196 \cdot 0,350\ 99}{-0,227\ 86 + 4,876\ 63 \cdot 0,095\ 48} \cdot 100$$

$$= \frac{2,253\ 22}{0,237\ 76} = 9,48\ \%.$$

In Tabelle 27 sind die Zuwachsprozente der einzelnen Gewichte eingetragen,in Abb. 31 sind sie graphisch eingezeichnet. In dieser Abbildung sind außerdem die Kreisflächenzuwachsprozente zum Vergleich eingetragen. Der gestrichelte Bereich der Klasse gibt den Bereich an, für den Durchmesser-Zuwachsmessungen nicht vorliegen. Die Zuwachsprozentkurve für diesen Bereich wurde gutachtlich angefügt, wobei unterstellt wird, daß bei den starken Teakbäumen eine Abnahme des Durchmesserzuwachses erfolgt.

Für das Kreisflächenzuwachsprozent gilt analog:

Wenn $G = \frac{\pi}{4} \cdot D^2$, so ist $\frac{dG}{dD} = \frac{\pi}{4} \cdot 2D$ und

$$Z_G\% = \frac{dG \cdot Z_D \cdot R}{G} \cdot 100 = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot 2D \cdot Z_D \cdot R}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2} \cdot 100 = \frac{2Z_D \cdot R}{D} \cdot 100$$

Für das Gewicht 3 erhalten wir auf diese Weise

$$Z_G\% = \frac{1,4952}{0,309} = 4,84.$$

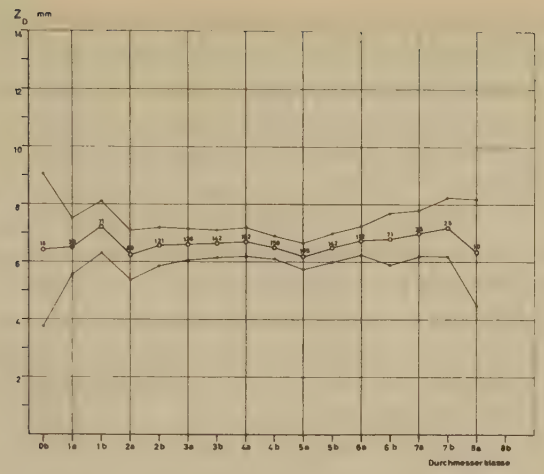


Abb. 30

Teak-Durchmesserzuwachs des Mae Pan Waldes.

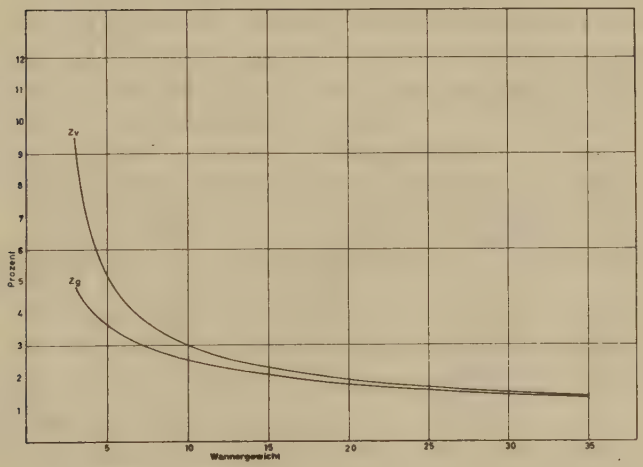


Abb. 31

Massenzuwachsprozent und Kreisflächenzuwachsprozent des Teaks.

MAE PAN Wald.

(Z_V nach Teak-Tarif 1957)

Der ungewöhnlich große Unterschied zwischen dem Massen- und dem Kreisflächenzuwachsprozent in dieser Gewichtsklasse ist aus dem Charakter des Tarifes zu erklären. Es handelt sich nicht um einen Baumholztarif, sondern um einen "merchantable volume tariff". Über die Konstruktion dieses vorläufigen Tarifes wurde in Abschnitt 3427 berichtet. Für den höheren Durchmesserbereich tritt die ungewöhnliche Abweichung des Massenzuwachsprozentes vom Kreisflächenzuwachsprozent nicht mehr in Erscheinung. Auch diese Tatsache ist aus der Natur des Tarifes erklärbar. Im Tarif ist für jedes Log ein Mindestzopfdurchmesser von 25 cm unterstellt, und es werden maximal 5 Logs erfaßt. Die Zunahme an"merchantable volume" ist also bei 5 Logs ohne weiteren Längenzuwachs proportional dem Kreisflächenzuwachs. Es kann nicht geleugnet werden, daß dieser Tarif keinesfalls eine endgültige Lösung darstellt. Es ist unter allen Umständen notwendig, in Thailand eine besser fundierte Tarifunterlage zu schaffen. Das kann nur die Aufgabe einer forstlichen Forschungsanstalt sein, auf deren Notwendigkeit auch an dieser Stelle nochmals hingewiesen werden soll. Durch die Multiplikation der Masse in den einzelnen Gewichtsstufen mit dem Massenzuwachsprozent erhalten wir den tatsächlichen Massenzuwachs. In der folgenden Tabelle sind diese Daten zusammengestellt und in Abb. 32 graphisch wiedergegeben.

Tabelle 27a

Vorrat und Zuwachs der einzelnen Durchmesserklassen von Teak.

Durchmesserklasse	Masse in m^3 (Hoppus)	Z_V in m^3 (Hoppus)	Z_V%		
3	6 289,8	463,72	7,37		
4	19 717,3	883,67	4,48		
5	14 132,1	456,25	3,23		
6	10 034,4	262,36	2,61		
7	8 596,3	187,53	2,18		
8	3 534,1	65,97	1,87		
9	1 890,1	31,36	1,66		
10	340,8	5,07	1,49	1,82	2,24
11	144,3	1,89	1,31		
12	496,7	5,69	1,15		
	65 175,9	2 363,51	3,63		

Abb. 32

Teak-Vorrat und Zuwachs in den einzelnen Durchmesserklassen.

375. Bambusinventur.

Die Interpretation der Ergebnisse der Bambusinventur ist insofern interessant, als sie Aufschluß über die Bodenqualität besonders im Hinblick auf Teak geben kann.

Von den in Nordthailand vorkommenden Bambusen sind die folgenden drei Arten in hohem Grade mit Teak vergesellschaftet:

1) Dendrocalamus spp. (Mai Sang) auf Steilhängen und Freiflächen im "mixed deciduous forest".
2) Oxytenanthera albociliata (Mai Rai) auf Bergen und nicht zu hoch gelegenen Plateaus mit sandigen oder lateritischen Böden.
3) Bambusa tulda (Mai Bong) in Tälern auf alluvialen Böden.

Bei den Aufnahmearbeiten wurde für jede der Probeflächen vermerkt, welche der drei aufgezählten Bambusen dominierend auftrat. Bourke-Borrow (7) stellte fest, daß Mai Sang als Anzeiger für einen guten Teakstandort gelten kann.

Loetsch (47) hat ähnliche pflanzensoziologische Untersuchungen für Mai Rai angestellt. Aus den Ergebnissen seiner Untersuchungen können wertvolle Hinweise für die Aufforstungsplanung gewonnen werden. Mai Rai ist ganz besonders geeignet, trockene Kahlflächen zu besiedeln. Der dort gleichzeitig auftretende "second growth" erlaubt den lichthungrigen, jungen Teak-Pflanzen nicht, sich gleichzeitig anzusiedeln. Erst später, wenn der Bestand aufgewachsen ist und am Boden bessere Lichtverhältnisse herrschen, kann sich auch Teak einstellen.

Damit kann mit Sicherheit behauptet werden, daß Flächen des "mixed deciduous forest" ohne Teak-Vorkommen, die einen hohen Anteil an Mai Rai aufweisen, zu einem überwiegenden Teil aus aufgegebenen Brandrodungen entstanden sind. Wird der Bestand genügend licht, hat Teak durchaus die Möglichkeit, auf diesen Böden zu gedeihen, das setzt jedoch das Vorhandensein von Samenbäumen oder künstliche Verjüngungsmaßnahmen, will man den Zeitraum für die Wiederherstellung des ursprünglichen Gefüges abkürzen, voraus.

376. Stubbeninventur.

Um den Umfang der legalen und illegalen Einschläge der letzten Jahre abschätzen zu können, wurde eine Stubbeninventur vorgenommen. Da die Stubben aller legal eingeschlagenen Stämme mit einem Hammer ausgezeichnet werden, ist es nicht schwierig, zwischen legalen und illegalen Nutzungen zu unterscheiden.

Für die Massenbestimmung wurden an zunächst 359 stehenden Teakbäumen des MAE PAN Waldes vergleichende Messungen vorgenommen (Tab. 29) und Regressionen für den Umfang in 0,30 m und in 1,30 m ausgerechnet (Tab. 30, Anh.) (Abb. 33). Es ergab sich folgende Gleichung:

$$U_{0,30} = 26,39 + 0,665\,670\ U_{1,30}.$$

$U_{0,30}$ = Umfang in 0,30 m Höhe;
$U_{1,30}$ = " " 1,30 " " .

Die grundlegenden Berechnungen sind in Tab. 31 (s. Anh.) durchgeführt. Die Masse der illegalen Einschläge wurde nach dem von Loetsch erstellten "Tarif 1957" berechnet.

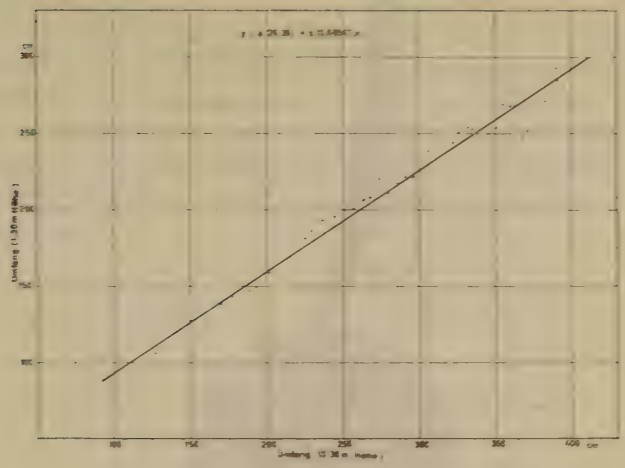


Abb. 33

Lineare Regression von Umfang bei 0,3 m zu Umfang bei 1,3 m Höhe der stehenden Teak-Bäume des MAE PAN Waldes.

Loetsch (45) führte weiter eine Reihe von Untersuchungen über die Dauerhaftigkeit von Teak-Stubben im Walde durch und stellte fest, daß die Stubben bis zu 20 Jahre stehen bleiben können. Auf diese Weise ließ sich eine Aussage über die Nutzungen im MAE PAN Wald für einen größeren Zeitraum herleiten.

In Abb. 34 wird der gegenwärtige "Ist"-Vorrat dem "Soll"-Vorrat gegenübergestellt, der ohne die illegalen Nutzungen der vergangenen Jahre hätte vorhanden sein müssen. Von den im Durchschnitt der letzten 20 Jahre ausgeführten Einschlägen sind fast zwei Drittel illegal vorgenommen worden. Der Schwerpunkt der illegalen Entnahmen liegt in den Durchmesserklassen 4 und 5 (72,1 % des legalen Einschlags), entsprechend 563 fm gegenüber 248 fm/Jahr legaler Nutzungen (Tab. 32, Anh.).

In Abb. 35 ist der Vergleich zwischen Gesamt-Teak-Vorrat und Gesamteinschlag und zwischen Gesamtzuwachs und Gesamteinschlag wiedergegeben.

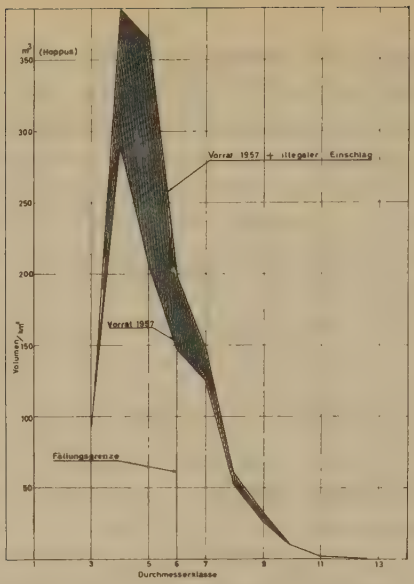


Abb. 34

Gegenüberstellung von "Ist"- und "Soll"-Vorrat von Teak. (Soll-Vorrat = Vorrat 1957 + illegaler Einschlag)

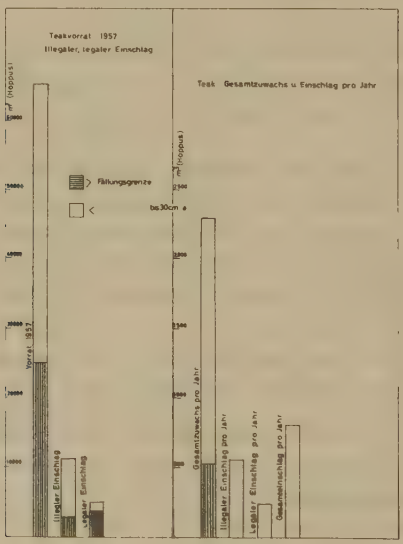


Abb. 35

Gegenüberstellung von Vorrat und Zuwachs von Teak. Die Höhe der legalen und illegalen Nutzungen ist zum Vergleich angegeben.

377. Stratenverteilung.

Die Verteilung der Waldfläche auf die verschiedenen Waldtypen wurde durch die Zuordnung jeder Probefläche zu einem der 12 verschiedenen Straten (Tab. 2, Anh.) erfaßt. Aus der IBM-Tabelle war die Verteilung der Probeflächen auf die verschiedenen Straten zu ersehen. Das Gesamtareal ist bekannt. Der Prozentsatz der Flächenanteile wurde erst für das Compartment, dann für das Gesamtareal ausgerechnet (Tab. 33, Anh.).

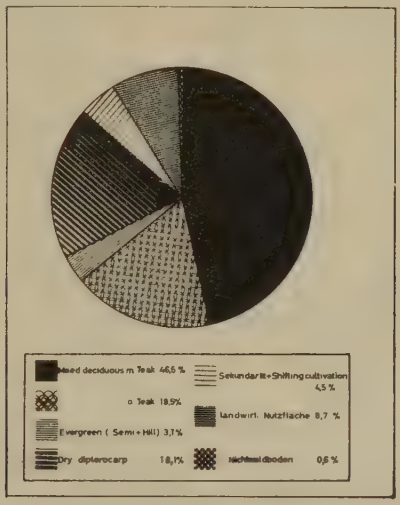


Abb. 36
Flächenanteile der Waldtypen und des Nichtholzbodens in Prozent.

Die Gesamtfläche beträgt 6.793 ha, davon sind 3.161,7 ha oder 46,5 % der Fläche teaktragendes Areal. Der verbleibende Flächenanteil setzt sich zusammen aus:
"mixed deciduous without Teak" 1.256,1 ha oder 18,5 %;
"evergreen" (semi and hill evergreen) 205,0 ha oder 3,1 %;
"dry dipterocarp" 1.232,0 ha oder 18,1 %;
"second growth" (Sekundärwald)
"shifting cultivation" (Brandrodungsbau)) 298,8 ha oder 4,5 %;
landw. Nutzfläche und Nichtwaldboden 639,4 ha oder 9,3 %.

Mit Hilfe der Probeflächen, deren Lage und Stratenzugehörigkeit determiniert werden konnte, und den auf den Taxlinien durchgeführten Stratenabgrenzungen wurde eine Karte erstellt, die in Abb. 37 wiedergegeben ist. In dieser Karte wurde außerdem eine Unterteilung des Gesamtgebietes in Compartments vorgenommen. Ebenso findet sich eine Aufgliederung der einzelnen Straten nach Compartments in Tab. 33.

378. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der MAE PAN-Inventur und Vergleich mit den Ergebnissen der Inventur der fünf nordthailändischen teaktragenden Provinzen (LOETSCH 45).

Der Befund, der sich aus der Waldinventur des MAE PAN Waldes ergab, erscheint nicht besonders günstig. Es ist sicher für einen europäischen Forstmann sehr schwer zu verstehen, daß es sich dabei um einen thailändischen Spitzenwald handelt.

Die Gesamtfläche des untersuchten Gebietes beträgt 6793,0 ha, davon sind gegenwärtig 6049,8 ha (89,1 %) mit Wald bestockt, (Straten 1-9), und 743,2 ha (10,9 %) werden gegenwärtig landwirtschaftlich genutzt oder sind für eine forstliche Nutzung ungeeignet (Straten 10-12).

Bei der Nichtwaldfläche handelt es sich bei 103,8 ha um Brandrodungsflächen (Stratum 10), die zwar zum Inventurzeitpunkt landwirtschaftlich genutzt wurden, heute aber sicher wieder bereits verlassen sind und sich allmählich wieder mit "second growth" bestocken. Dafür sind Flächen, die zum Inventurzeitpunkt mit Wald bestockt waren, heute in den "shifting cultivation"-Prozeß einbezogen.

Der größte Teil der Waldfläche, 4417,8 ha (73,1 %), gehört zum Waldtyp des "mixed deciduous forest" (Straten 1 + 2). Flächenanteilmäßig folgt der Typ des "dry dipterocarp forest" (Straten 6-8) mit 1231,0 ha (21,7 %), von dem allerdings der größte Teil der Fläche (1024,3 ha oder 83,3 %) dem Stratum 7, dem "scrub open dry dipterocarp forest" angehört, einem Waldtyp, der über keine starken Bäume verfügt. Die Waldtypen des "semi and hill evergreen forest" (Straten 3 + 4) sind nur mit 205 ha (3,4 %) an der Gesamtwaldfläche beteiligt und spielen wirtschaftlich nur eine untergeordnete Rolle.

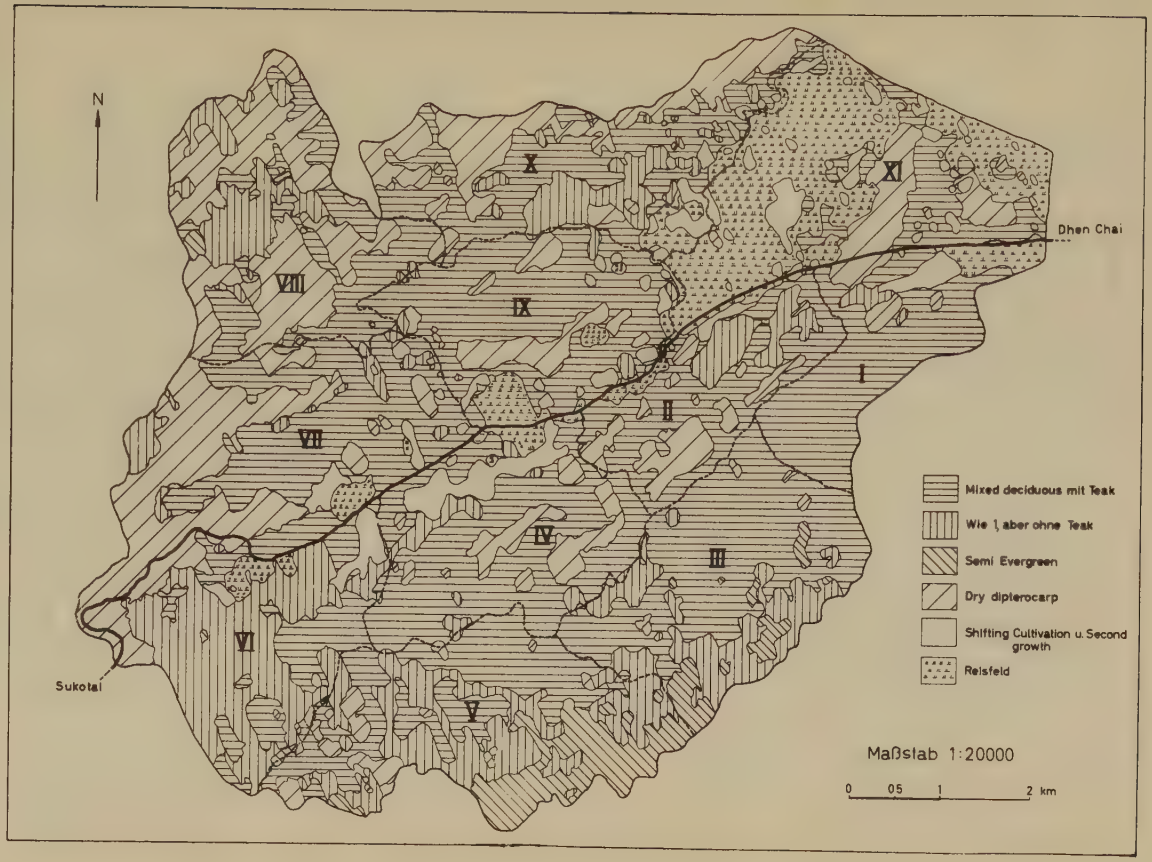

N
X
XI
Dhen Chai
VIII
IX
I
II
VII
IV
III
VI
V
Sukotai
Mixed deciduous mit Teak
Wie 1, aber ohne Teak
Semi Evergreen
Dry dipterocarp
Shifting Cultivation u. Second growth
Reisfeld
Maßstab 1:20000
0 05 1 2 km

Abb. 37

Ausgesprochener Sekundärwald (second growth, Stratum 9) befand sich zum Inventurzeitpunkt nur auf einer Fläche von 195 ha (3,2 %).

Am wichtigsten für eine forstwirtschaftliche Beurteilung des MAE PAN Waldes ist der Typ des "mixed deciduous forest" und innerhalb dieses Typs das Stratum 1 (mixed deciduous with Teak). Von einer Fläche von insgesamt 4417,8 ha sind heute noch 3161,7 ha (71,5 %) mit Teak bestockt, 1256,1 ha (28,5 %) enthalten Teak überhaupt nicht mehr. Die Bambusinventur zeigte, daß hinsichtlich des Vorkommens der verschiedenen Bambusarten kein markanter Unterschied zwischen beiden Straten vorliegt und berechtigt besonders im Hinblick auf das Vorkommen von Oxythenanthera albociliata zu dem Schluß, daß es sich bei einem großen Teil des Stratums 2 um ehemalige Brandrodungsflächen handelt, aus welchen das Teak heute nur durch anthropogene Einwirkung verschwunden ist, (Tab. 28).

Auch die mittlere Massenhaltigkeit ist an europäischen Verhältnissen gemessen außerordentlich gering. Der Vorrat an Bäumen mit einem Brusthöhendurchmesser von über 30 cm beträgt im Stratum 1 30,6 m^3 (Hoppus) pro ha (Tab. 34). Die Massenhaltigkeit in den anderen Straten ist noch geringer. Sie beträgt für das von Teak entblößte Stratum 2 pro ha 21,0 m^3 (Hoppus), in den Straten des "evergreen forest" (Straten 3 + 4) 24,7 m^3 (Hoppus) pro ha und im "dry dipterocarp forest" (Straten 6-8) nicht mehr als 12,9 m^3 (Hoppus) pro ha. Diese Massenangaben umfassen alle vorkommenden Holzarten. In Nordthailand ist jedoch gegenwärtig nur eine Holzart, nämlich Teak, von einer überragenden Bedeutung. Es werden zwar auch heute Bäume auf den nicht teaktragenden Flächen zur Brennholzversorgung der Eisenbahn, zum häuslichen Bedarf und in sehr geringem Umfang auch zur Nutzholzgewinnung herangezogen; die Forstwirtschaft Thailands steht und fällt gegenwärtig mit der Holzart Teak.

Der Anteil des Teakholzes von Bäumen über 30 cm BHD an der Masse des Stratums 1 ist mit 20,5 m^3 (Hoppus) pro ha recht beträchtlich (66,9 %). Die Masse an Bäumen mit einem über der Fällungsgrenze liegenden Brusthöhendurchmesser beträgt jedoch mit 4,7 m^3 (Hoppus) pro ha nicht mehr als 23 % des Teakholzvorrates. An nutzungsfähigen Teakbäumen finden wir demnach auf dem ha in diesem als Spitzenwald bezeichneten Waldgebiet nicht mehr als zwei Stämme.

Die Zuwachsverhältnisse (Tab. 27a) liegen dementsprechend nicht besser. An Teakbäumen über 3o cm BHD beträgt der gegenwärtig laufende Zuwachs 0,75 m^3 (Hoppus) pro ha, (3,63 %), an Bäumen über Fällungsgrenze ca. 0,18 m^3 (Hoppus) pro ha (2,24 %).

Was ist in diesem Wald im Durchschnitt der letzten 20 Jahre genutzt worden? Auch diese Frage kann nur für die Holzart Teak beantwortet werden. Die Ergebnisse der Stubbeninventur weisen auf ein forstpolitisches Problem ersten Ranges hin. Im MAE PAN Wald sind pro Jahr und ha durchschnittlich 0,26 m^3 (Hoppus) entnommen worden. Der Anteil der illegalen Entnahme betrug dabei 0,18 m^3 (Hoppus), also fast 70 % der gesamten Nutzung. Selbstverständlich wurde bei diesen Diebstählen nicht die Fällungsgrenze eingehalten, sondern fast alle illegalen Einschläge fanden im Nachwuchsvorrat statt.

In Abb. 38 wird ein Vergleich dieser Ergebnisse mit den Ergebnissen der unter Leitung von Prof. Dr. Loetsch ebenfalls im Jahre 1957 durchgeführten Großrauminventur angestellt.

Abb. 38
Vergleich verschiedener Ergebnisse der MAE PAN- und der Großrauminventur 1957.

Die Ergebnisse der Großrauminventur geben einen Einblick in die durchschnittlichen Waldverhältnisse von fünf nordthailändischen Provinzen mit einer Fläche von 52 760 km^2. Es handelt sich um die Provinzen Lampang, Lampoon, Chiengrai, Chiengmai und Prae.

Da die Erhebungsrichtlinien, abgesehen von der Art der Probenahme, bei beiden Inventuren nach einheitlichen, von Prof. Dr. Loetsch entwickelten Methoden geschah, ist die Vergleichbarkeit beider Inventurergebnisse gewährleistet.

Auf einen Vergleich aller Stratenanteile wird verzichtet, da das Gebiet zu groß ist und die Verhältnisse in verschiedenen Provinzteilen zu stark von den Verhältnissen des Gebietes um den MAE PAN Wald abweichen. Wir wollen uns darauf beschränken, die Verhältnisse innerhalb des Waldtypes "mixed deciduous forest" zu vergleichen.

Im Gebiet der fünf Provinzen nimmt dieser Waldtyp eine Fläche von 20 591 km^2 ein (39,1 % der Gesamtfläche oder 47,1 % der Waldfläche). Das teaktragende Stratum dieses Typs umfaßt 10 962 km^2 (53,2 % der Fläche der Straten 1 + 2). 9 629 km^2 wurden als "mixed deciduous without Teak" bestimmt (46,8 %). Der Anteil dieser weitgehend durch frühere Brandrodungen von Teak entblößten Flächen ist also im Landesdurchschnitt bereits bedeutend größer (MAE PAN Wald 28,5 %, gegen 46,8 % in den fünf Provinzen).

In der Gesamtvorratshaltung unterscheiden sich die Werte beider Kollektive nur unbeträchtlich. Als mittlere Anzahl von Bäumen über 30 cm BHD im Stratum 2 ergab sich für die fünf Provinzen 32,7 pro ha, für den MAE PAN Wald 33,4 pro ha oder in Hektar-Massenwerten 31,0 m^3 (Hoppus) für die fünf Provinzen und 30,6 m^3 (Hoppus) für den MAE PAN Wald.

Ein gänzlich anderes Bild gibt dieser Vergleich, wenn die entsprechenden Werte für Teak betrachtet werden. Die mittlere Anzahl von Teakstämmen über 30 cm BHD im Stratum 1 beträgt für die fünf Provinzen 10,8 pro ha, im MAE PAN Wald 23,2 pro ha. Auch der Massenvergleich zeigt Unterschiede ähnlicher Dimension. Für die fünf Provinzen ergaben sich für das teakenthaltende Stratum eine durchschnittliche Teakmasse von 9,1 m^3 (Hoppus) pro ha gegenüber 20,5 m^3 (Hoppus) im MAE PAN Wald.

Für den Teakvorrat über Fällungsgrenze gibt der Vergleich ähnliche Relationen. Die Anzahl der Teakbäume im Stratum 1 mit einem über der Fällungsgrenze liegenden Brusthöhendurchmesser beträgt im Landesdurchschnitt 0,7 pro ha gegenüber 1,66 pro ha im MAE PAN Wald. Die entsprechenden Massenwerte lauten: Landesdurchschnitt 2,2 m^3 (Hoppus) pro ha und MAE PAN Wald 4,7 m^3 (Hoppus) pro ha. Die in diesen Vergleich eingehenden Zahlenwerte sind in etwas erweiterter Form nochmals in Tab. 34 wiedergegeben.

Dieser Vergleich zeigt, daß der MAE PAN Wald für thailändische Verhältnisse hinsichtlich seines Anteiles an teaktragendem Areal und seiner Massenhaltigkeit an Teakholz eine Sonderstellung einnimmt und man daher tatsächlich von einem Spitzenwald sprechen kann. Eine Ausnahme bildet er allerdings auch in Bezug auf die Höhe der illegalen Nutzungen. Für den Provinzendurchschnitt ergab die Großrauminventur eine durchschnittliche jährliche Teaknutzung von 0,33 m^3 (Hoppus) pro ha, wovon 0,20 m^3 (Hoppus) illegal und 0,13 m^3 (Hoppus) legal entnommen wurden. Der Anteil der illegalen Nutzungen an der Gesamtnutzung beträgt demnach 61 % gegenüber nahezu 70 % im MAE PAN Wald.

Diese Ergebnisse und der durchgeführte Vergleich zeigen deutlich, wie unterschiedlich die Wald- und Waldbewirtschaftungsverhältnisse in tropischen Natur- und in europäischen oder außereuropäischen Kulturwäldern sind. Von einer Forstwirtschaft im europäischen Sinne kann in Thailand noch nicht gesprochen werden. Wohl werden in der Gegenwart jährl. 700-1000 ha Teakplantagen begründet, dennoch werden die Naturwälder noch auf lange Sicht forstwirtschaftlich die überragendere Rolle spielen. Für Thailand ist das Teakholz nicht nur forstwirtschaftlich, sondern für die gesamte Volkswirtschaft von großer Bedeutung. Ein solcher Befund, wie er für den MAE PAN Wald und für die fünf teakenthaltenden Provinzen vorliegt, zeigt die Schwierigkeiten und auch die Erfordernisse, die in forstpolitischer und forstbetrieblicher Hinsicht anstehen, deutlich auf. Auf die sich ergebenden Folgerungen wird im nächsten Abschnitt weiter eingegangen.

4. Folgerungen aus den Ergebnissen der Waldinventur.

41. Forstpolitische Folgerungen.

Bei einer Betrachtung der Ergebnisse der Inventur des MAE PAN Waldes kann auch für dieses abgegrenzte Waldgebiet nur die gleiche Folgerung gezogen werden, die Loetsch (45) bereits aus den Ergebnissen der Großrauminventur für das gesamte Teakgebiet zog: Wenn nicht unmittelbar Maßnahmen eingeleitet werden, die den Brandrodungsbau und die illegalen Einschläge wirksam einzuschränken vermögen, und wenn nicht die bereits entstandenen beträchtlichen Verluste an Vorratssubstanz durch eine Reduktion der legalen Einschläge ausgeglichen werden, ist der Zusammenbruch der thailändischen Teakwirtschaft nicht mehr aufzuhalten.

Loetsch (45) hat dieses bereits im Jahre 1957 ganz deutlich ausgesprochen. In einer kürzlich geführten Unterhaltung mit dem Deputy Director der thailändischen Forstverwaltung, Herrn Dusit Banijbatana, kam zum Ausdruck, daß der Zusammenbruch für den MAE PAN Wald heute bereits Wirklichkeit geworden ist. Herr Banijbatana berichtete, daß bei der letzten Inspektion des MAE PAN Waldes neue Brandrodungen und illegale Einschläge in sehr großem Umfang festgestellt worden sind. Durch diese neuen illegitimen Eingriffe hat der MAE PAN Wald seine Struktur als Spitzenwald weitgehend verloren. Das genaue Ausmaß dieser Zerstörungen ist nicht bekannt.

Die Ursache für diese weitere Verschlechterung des Waldzustandes liegt in den bereits oben angeführten Grundübeln der Forstwirtschaft in tropischen und subtropischen Ländern: Brandrodungsbau und Übernutzung bestimmter Holzarten.

Der verstärkte Brandrodungsbau in Thailand wird ausgelöst durch die sehr rasche Bevölkerungszunahme. Hinzu kommt in Nordthailand die ständige Wanderung von Bergstämmen aus den Nachbarländern, die besonders während politischer Unruhen in großem Umfang vor sich geht. Der Landhunger und dementsprechend die durch Brandrodungsbau zerstörte Waldfläche werden immer größer. Durch Gesetze allein läßt sich dieser Waldzerstörungsprozeß in absehbarer Zeit nicht aufhalten, es muß vielmehr damit gerechnet

werden, daß in der Zukunft weitere große Teile des teaktragenden Naturwaldes auf diese Weise zerstört werden und auf lange Zeit der Teakholzproduktion verloren gehen.

Parallel mit diesem Waldzerstörungsprozeß läuft die Übernutzung von Teakholz, die zwangsläufig zu einer immer weiter gehenden Verarmung der thailändischen Teakwälder führen muß. Besonders die unkontrollierbaren illegalen Einschläge, die einen erschreckenden Umfang angenommen haben, machen jede auf eine nachhaltige Holzproduktion ausgerichtete Ertragsregelung unmöglich. Wir haben im Teakgebiet Thailands seit nunmehr fast 60 Jahren das Brandis-System für die Ertragsregelung eingeführt, und beim größten Teil unserer Teakwälder handelt es sich überdies um sogenannte "managed forests". Dennoch ist das rapide Schwinden der Teakvorräte und des teaktragenden Areals nicht wegzuleugnen.

Die Möglichkeiten, die die Regierung in der Hand hat, diesen Zerstörungsprozeß aufzuhalten, liegen auf drei verschiedenen Ebenen:

1. Gesetzgebung
2. Aufklärung
3. Intensivierung der Forstwirtschaft.

Verordnungen, die den illegalen Einschlag und den Brandrodungsbau in bestimmten Gebieten untersagen und unter Strafe stellen, gibt es schon seit über 20 Jahren. Die wirksame Überwachung der Einhaltung dieser Verordnungen ist jedoch bisher durch die außerordentliche Größe der Forstaufsichtsbezirke (5000 km^2 und mehr) sehr erschwert, wenn nicht gar praktisch undurchführbar. Die Gesetze allein, auch wenn sie verschärft werden, können den Zerstörungsprozeß nicht eindämmen, wenn es nicht gleichzeitig gelingt, ihre Beachtung durch einen straff organisierten und auf kontrollierbaren Flächen eingesetzten Forstpolizeidienst durchzusetzen. Hierbei verdient der Vorschlag, den Prof. Dr. Weck in seinem Gutachten für die chilenische Regierung machte, Beachtung. Weck schlägt in diesem Gutachten vor, für diese Beaufsichtigung eine Art Forstmiliz einzusetzen, die aus Angehörigen der Armee besteht. Bestimmte militärische Einheiten sollten auf diese speziellen forstlichen Aufgaben vorbereitet werden und zeitweilig diese Forstschutzaufgaben versehen.

Eine systematische Aufklärung der Bevölkerung über die Bedeutung des Waldes und die nachteiligen Folgen der Waldzerstörung

durch Unterrichtung in den Schulen, durch Zeitung, Rundfunk und Fernsehen kann dazu dienen, diese Verwüstungen einzuschränken. Leider ist es nahezu unmöglich, auf diese Weise die eigentlichen Träger der Waldzerstörung, die Bergstämme und Kleinbauern, zu belehren. Besonders sie gilt es zu überzeugen, daß es nicht notwendig ist, jeden Gegenstand, jedes Haus und jeden Zaun aus Teakholz herzustellen. Durch die Erstellung von Musterfarmen kann gezeigt werden, daß durch eine intensivere Bodenbenutzung unter Einsatz besserer Gerätschaften und durch Düngung auf permanent bewirtschafteten Flächen ein höherer Ertrag als durch dauernd wechselnden Brandrodungsbau erzielt werden kann.

Gesetzgebung und Aufklärung allein können den Zusammenbruch, der für die thailändische Volkswirtschaft so wichtigen Teakproduktion nicht verhindern, wenn nicht gleichzeitig eine Intensivierung der Teakwirtschaft im forstbetrieblichen Rahmen durchgeführt wird.

Es ist dabei unmöglich, auf Anhieb auf der gesamten teaktragenden Fläche gut durchorganisierte Forstbetriebe von übersehbarer Größe zu bilden. Loetsch (45) schlug deshalb als erste Maßnahme vor, so bald als möglich ca. 20 - 25 % der Fläche des teaktragenden Areals als "reserved forests" auszuscheiden. Diese "reserved forests" sollen die heute noch vorwiegend intakten Wälder umfassen. Sie müssen deutlich abgegrenzt und in Dienstaufsichtsbezirke übersehbarer Größe von 1000 - 5000 ha unterteilt werden. Die Bevölkerung, die in einem solchen Bezirk lebt, muß eventuell ausgesiedelt und entschädigt werden, damit jeder illegale Einschlag so wirksam wie möglich unterbunden wird. Für jeden derartigen Forstbetrieb sollte ein fundierter Betriebsplan aufgestellt und eine eigene Verwaltung eingerichtet werden. Es soll eine intensive Teakwirtschaft betrieben werden und der Teakvorrat durch Unterbindung der illegalen Nutzungen, durch Förderung der natürlichen Verjüngung und Wiederbestockung der Brandrodungsflächen durch Anlage von Teakpflanzungen aufgestockt werden.

Die Ertragsregelung dieser Wälder müßte aus dem bisherigen System herausgenommen und jeder Betrieb für sich als Nachhaltsbetrieb bewirtschaftet werden.

Werden diese Vorhaben planmäßig ausgeführt, so können die "reserved forests" in Zukunft mehr Teak erzeugen, als heute auf dem gesamten teaktragenden Areal gewonnen wird.

Eine derartige Intensivierung der Teakwirtschaft stellt die Forstleute Thailands vor neue und in diesem Umfange noch unbekannte Aufgaben, für die Erfahrungsgrundlagen nur in beschränktem Maße vorliegen. Deshalb erscheint es erforderlich, gleichzeitig das forstliche Versuchswesen auszubauen und schwerpunktmäßig auf die Lösung der mit der Intensivierung der Teakwirtschaft zusammenhängenden Probleme auszurichten, wie etwa:

1) Entwicklung von Inventurmethoden und Ausarbeitung von Hilfstafeln für die Zustandserfassung dieser Wälder. Dabei kann auf die von Loetsch bei der Großrauminventur und die in dieser Arbeit für die Aufnahme des MAE PAN Waldes geschaffenen Grundlagen aufgebaut werden.

2) Entwicklung waldbaulicher Methoden für das Einbringen von Teak in Umwandlungs- und unterbestockte Bestände.

3) Erforschung der technologischen Eigenschaften der wichtigsten Holzarten, Erkundung neuer Verwendungszwecke und Nutzungsverfahren in Zusammenarbeit mit der FIO (Forest Industry Organization).

4) Durchführung von Fortbildungslehrgängen für die zukünftigen Betriebsleiter und Assistenten, um sie mit den mit der Intensivierung der Forstwirtschaft verbundenen Problemen vertraut zu machen.

Im folgenden Kapitel sollen am Beispiel des MAE PAN Waldes das Intensivierungsproblem und die damit zusammenhängenden Fragen beleuchtet werden.

42. Forstbetriebliche Folgerungen am Beispiel des MAE PAN Waldes.

421. Maßnahmen für die Erstellung und Erfüllung eines Betriebsplanes.

Die Ergebnisse der beschriebenen Zustandserfassung sollten normalerweise in die ganz konkrete Aufgabe der Erstellung eines Betriebsplanes einmünden. Dieses Vorhaben scheitert im vorliegenden Fall des MAE PAN Waldes daran, daß die durch die Inventur 1957 erhobenen Unterlagen nicht mehr zutreffend sind.
Wie Herr Dusit Banijbatana vom Royal Forest Department berichtete, haben in den vergangenen Jahren illegale Eingriffe und Brandrodungen in so großem Maßstab stattgefunden, daß von einem Spitzenwald nicht mehr gesprochen werden kann.

Dennoch können wir uns anhand der aus der Zustandserfassung gewonnenen Ergebnisse überlegen, welche Maßnahmen für einen Betrieb dieser Struktur in den nächsten Jahren durchgeführt werden müssen, um die grundlegenden Voraussetzungen für die Überführung in einen Nachhaltsbetrieb mit intensiver Bewirtschaftung zu schaffen.

Die Zustandserfassung ermöglicht die Beurteilung der Ausgangslage. Durch eine Analyse der Ergebnisse kann der Zielzustand festgelegt werden. Generelles Ziel muß der Aufbau eines Nachhaltsbetriebes sein, der eine kontinuierliche Produktion von Teakholz gewährleistet. Durch waldbauliche Maßnahmen und durch eine planmäßige Wiederbestockung der dem Teak verloren gegangenen Flächen muß eine Anreicherung des Teakvorrates erfolgen. Dabei muß der produktionstechnischen Seite durch Schaffung einer räumlichen und zeitlichen Ordnung Genüge getan werden. Darin eingeschlossen soll die Planung der Erschließung und des Holztransportes sein.

Keine Planung ist realisierbar, wenn nicht eine arbeitsfähige Verwaltung die Durchführung der Arbeiten leitet und vorantreibt und das Waldgebiet gegen illegale Eingriffe absichert.

Schließlich würde die Planung wertlos sein, wenn sie nicht den wirtschaftlichen Möglichkeiten Rechnung trüge.

Folgende Maßnahmen für die Intensivierung der Bewirtschaftung müssen festgelegt und ausgeführt werden:

1) Verwaltungsaufbau
2) Ertragsregelung
3) Pflegemaßnahmen
4) Aufforstungsvorhaben
5) Erschließungsmaßnahmen.

422. Verwaltungsaufbau.

Der MAE PAN Wald untersteht heute einer Forstdienststelle, die, mit einem Forstverwalter und zwei Revierförstern besetzt, insgesamt ein Waldgebiet von 50 000 ha beaufsichtigt. Hauptaufgabe dieser Dienststelle ist die Überwachung der Nutzungen und die Verhinderung illegaler Einschläge. Sie ist der Forest Division der Provinz Prae unterstellt.

Für das Überwachungsgebiet existieren nur großmaßstäbliche Kartenunterlagen, während über die Abgrenzung und den Zustand der

einzelnen Waldgebiete nahezu keine Unterlagen vorliegen. Bei einer derart unzureichenden personellen Besetzung und bei den vorliegenden mangelhaften Unterlagen ist eine intensive Bewirtschaftung des MAE PAN Waldes völlig ausgeschlossen. Er sollte deshalb als "reserved forest" mit einer eigenen Verwaltung aus dem Überwachungsgebiet ausgeschieden werden.

Für die Wahrnehmung der Verwaltungsaufgaben scheint folgendes Personal notwendig:

1 Forstverwalter
3 Assistenten
5 Forstwarte.

Der Forstverwalter soll für die gesamte Wirtschaftsführung verantwortlich sein und dabei von den drei Assistenten, die jeder ein klar umrissenes Arbeitsgebiet vertreten, unterstützt werden.

Regional sollte eine Aufteilung des MAE PAN Waldes in fünf Forstaufsichtsbezirke erfolgen und jeder Aufsichtsbezirk einem Forstwart unterstehen, der seinen Wohnsitz nach Möglichkeit in seinem Bezirk haben sollte. Jedem Forstwart soll für die Durchführung seiner Aufgaben eine Anzahl ständiger Waldarbeiter unterstehen. Als Grundlage für die Aufteilung in Aufsichtsbezirke dient eine in Abb. 41 wiedergegebene Karte mit einer nach topographischen Gesichtspunkten durchgeführten Untergliederung in Compartments. Das folgende Schema gibt einen Überblick über die vorgesehenen Aufgabenbereiche der Assistenten, die Aufsichtsbezirke der Forstwarte und die Anzahl der für jeden Bezirk erforderlich erscheinenden Waldarbeiter.

Forstverwalter

Assistent 1	Assistent 2	Assistent 3
Aufgabengebiet Auszeichnung Ringelung Pflegemaßnahmen Kulturarbeit Pflanzschule	Aufgabengebiet Einschlag Sortierung Wegebau Transport	Aufgabengebiet Verwaltung Haushalt Planung
(silviculture)	(felling, grading, engineering)	(administration)

	Der Dienstbezirk umfaßt die Compartments	Anzahl der ständigen Waldarbeiter
Forstwart 1	1, 2 u. 3 (1452,4 ha)	10
Forstwart 2	4 u. 5 (1338,6 ha)	8
Forstwart 3	6 u. 7 (1372,0 ha)	8
Forstwart 4	8 u.10 (1340,9 ha)	8
Forstwart 5	9 u.11 (1289,1 ha)	11

Um die intensive Bewirtschaftung des Beispielbetriebes zu gewährleisten, wird die Aufstellung eines eigenen Haushaltes für den MAE PAN Wald empfohlen.
Die Kosten für die Einrichtung und Unterhaltung eines Pflanzgartens und der Verwaltungsgebäude sind noch nicht abschätzbar. Forstliche Geräte und die erforderlichen Fahrzeuge müßten von der Forest Division in Prae zur Verfügung gestellt werden. Für Gehälter und Löhne werden jährlich etwa benötigt:

1 Forstverwalter	15.000 Ticals	
3 Assistenten	30.000 Ticals	
5 Forstwarte	30.000 Ticals	
45 Arbeiter	150.000 Ticals	
	225.000 Ticals	(ca. DM 55.000,--)

Mit dieser Personalausstattung und den genannten finanziellen Mitteln erscheint eine umfangreiche Intensivierung der Bewirtschaftung möglich. Wenn auch nicht damit gerechnet werden kann, daß bereits in nächster Zeit durch die Intensivierung hohe Überschüsse erwirtschaftet werden können, so müßte es doch bei kluger Wirtschaftsführung möglich sein, daß sich Aufwand und Ertrag etwa die Waage halten.
Die Intensivierung eines Forstwirtschaftsbetriebes ist immer ein Arbeiten für die Zukunft.

423. Ertragsregelung.

4231. Bisherige Methoden der Ertragsregelung.

Im Jahre 1895 wurde vom damaligen thailändischen Forstdirektor Slade die Brandis-Methode eingeführt, die bis heute in Thailand angewendet wird. Brandis entwickelte dieses Verfahren um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in Burma, als es galt, die von den Konzessionären betriebene Teak-Exploitation in geordnete Bahnen zu

Die Größe der einzelnen Jahresschlagfläche variiert dabei je nach Bestockung.

Der Ablauf der Betriebsregelungsarbeit geht in der Regel so vor sich, daß drei Jahre vor Beginn des Einschlags eine Inventurgruppe (selection group) alle Teakbäume über Fällungsgrenze in der betreffenden Jahresschlagfläche markiert und dabei bereits alle Bäume, die im nächsten Fällungszyklus zum Einschlag gelangen sollen, registriert. Die gewonnenen Unterlagen werden an die "working plan division" des Royal Forest Department weitergegeben, und hier wird bestimmt, wieviele Bäume zum Einschlag gelangen sollen.

Im folgenden Jahr ringelt eine andere Gruppe (girdling group) nach den Anweisungen der "working plan division" alle einzuschlagenden Bäume und markiert die Reservebäume.

Im Teakgebiet Thailands werden durchschnittlich 20 % aller Bäume über Fällungsgrenze als Reservebäume zurückgestellt. Diese Reservebäume werden nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewählt. 10 - 15 % sind Bäume (I), die isoliert zwischen anderen Holzarten stehen und deren Entnahme praktisch die Verdrängung von Teak bedeuten würde. 4 - 8 % der reservierten Bäume (R) sind echte Reservebäume und dienen durch die Hiebssatzverminderung zu einer Aufstockung des Vorrats. Daneben werden noch qualitativ besonders hochwertige Mutterbäume (S) sowie Bäume (V), die auf Bergkuppen stehen und deren Samen hangabwärts rollen, vom Einschlag ausgenommen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß sich noch heute die Ertragsregelung in Thailand in einem Stadium der Exploitations-Kontrolle befindet. Die Stützen dieser Kontrolle sind Fällungsgrenze und Fällungszyklus, die beide als konstante Größen betrachtet werden, und die Festlegung einer bestimmten Anzahl von Reservebäumen.

4232. Methoden der Ertragsregelung bei intensiver Bewirtschaftung.

Das Brandis-System wird sinn- und inhaltslos, wenn, wie in Thailand, unkontrollierte Einschläge in größerem Umfange stattfinden. Es ist nicht mehr als ein grobes System für die Exploitations-Kontrolle, wobei sich der in Thailand übliche 30jährige Fällungszyklus und die im Laufe der Zeit mehrmalige Veränderung der Umfangsklassenbereiche ganz besonders nachteilig ausgewirkt haben.

Für eine intensive Bewirtschaftung wäre das Brandis-System mit seinen drei Säulen, Fällungszyklus, Fällungsgrenze und Reserveprozent, viel zu unelastisch.

In Thailand wird seit langer Zeit ein starrer Fällungszyklus von 30 Jahren für die Nachhaltsberechnung angewendet. Dieser lange Zeitraum zwischen den Bestimmungen der Jahresschlagflächen hat dazu geführt, daß die Forstverwaltung bislang auf diesem Wege eigentlich nie Zahlenmaterial über die Höhe der illegalen Einschläge erhalten konnte und daß die Prognosen aus den Einschlagsberechnungen früherer Erhebungen mit späteren Untersuchungen niemals vergleichbar waren. Das Brandis-System in der in Thailand durchgeführten Form hat deshalb nicht den Charakter eines echten Kontrollverfahrens.

Der Begriff des Fällungszyklus im Sinne der Ertragsregelung beinhaltet eigentlich, wie oben besprochen, den Zeitraum, der innerhalb eines großen Waldgebietes (Fällungsserie) notwendig ist, damit alle Bäume der Umfangsklasse II über die Fällungsgrenze in die Umfangsklasse I (Nutzungsklasse) hineinwachsen. Wenn man nun durch eine Erhebung festgestellt hat, wieviele Bäume sich innerhalb der Fällungsserie in den Umfangsklassen I und II befinden und welcher Prozentsatz (Reserveprozent) dieser Bäume entsprechend den oben angeführten Reservierungsvorschriften genutzt werden soll, so ist es nicht schwer, die Anzahl der auf der einzelnen Jahresschlagfläche zu nutzenden Bäume zu ermitteln. Diese Jahresschlagflächen (annual coups) werden immer mit der gleichen Anzahl zu nutzender Bäume ausgestattet, (equiproductive coups). Da der Einwuchs erst im Laufe des Fällungszyklus stattfindet, müssen diese Jahresschlagflächen bei angenommener gleichmäßiger Bestockung zu Beginn des Fällungszyklus bedeutend größer sein als gegen Ende. Wenn wir uns diesen Zyklus mehrmals wiederholt vorstellen, so muß sich zwangsläufig auch bei gleichmäßiger Bestockung die Größe der einzelnen Jahresschlagflächen immer wieder verändern. Sie kann nach Ablauf eines Fällungszyklus niemals identisch sein mit der Größe der Jahresschlagflächen vor 30 Jahren. In Thailand geht man dabei bis heute immer noch von der Baumanzahl aus. Ein vergleichbares Ertragsregelungsmodell gibt es in der europäischen Forstwirtschaft nicht.

Würde man einen Schritt weiter gehen, und nicht von Jahresschlagflächen mit gleicher Anzahl zu nutzender Stämme, sondern von Jahresschlagflächen mit gleicher zu nutzender Masse ausgehen, so böte sich ein Vergleich mit dem Massenfachwerk an, allerdings mit zwei großen Einschränkungen. Beim Massenfachwerk handelt es sich um ein auf dem Produktionszeitraum basierendes Verfahren, während das Brandis-System mit Jahresschlagfläche gleicher zu nutzender Masse auf dem Fällungszyklus aufbaut. Fällungszyklus und Produktionszeitraum (Umtrieb) sind sehr verschiedene Dinge. Die zweite Einschränkung ist, daß das Massenfachwerk auf Bestockungen mit flächenweise gegliederter gleichmäßiger Altersstruktur zugeschnitten ist, während das Brandis-System für ungleichaltrige Naturwälder entwickelt wurde.

Wollten wir für die Ertragsregelung der intensiv zu bewirtschaftenden "reserved forests" das Brandis-System weiter anwenden, so würde die Bewirtschaftung in ein so starres System gepreßt werden, daß praktisch eine Intensivierung nicht erreicht werden könnte. Die Anwendung eines 30jährigen Fällungszyklus auf einen Betrieb wie den MAE PAN Wald mit einer teaktragenden Fläche von 3162 ha würde zu einer mittleren Jahresschlagfläche von ca. 100 ha führen. Eine im Jahre 1970 beerntete Fläche würde erst nach 30 Jahren erneut zur Nutzung wieder anstehen. Da die zyklischen Jahresschlagflächen miteinander nicht identisch sind, ist diese Folgerung nur bedingt richtig. Bei einer konsequenten Einhaltung des Fällungszyklus ist dies aber bei einem großen Teil der Flächen der Fall.

Würden wir den Fällungszyklus auf 5 oder 10 Jahre herabsetzen, so müßte, um das Moment der nachhaltigen Ertragsregelung in der Brandis-Methode zu erhalten, die Umfangsklasse II so stark verkleinert werden, daß die Voraussetzung gewährleistet wäre, daß innerhalb des Fällungszyklus alle Bäume dieser Klasse über die Fällungsgrenze in die Klasse I hineinwachsen würden.

Für den MAE PAN Wald ist der durchschnittliche jährliche Durchmesserzuwachs für Teak durch die Zuwachsbohrungen bekannt, (s. Abschnitt 374). Er beträgt pro Jahr 0,658 cm. Bei einem 10jährigen Fällungszyklus müßte demnach eine Breite für die Klasse II von etwa 7 cm, für den 5jährigen Zyklus von 3,5 cm gewählt werden.

Damit wäre es aber ausgeschlossen, eine Nachhaltigkeit im Sinne von Brandis zu gewährleisten, da die Belegung so kleiner Klassen mit Bäumen zu stark vom Zufall abhängt.

Bei den in Thailand durchgeführten Ertragsregelungsarbeiten ist auf diesem Gebiet in den letzten Jahren ohnehin genug gesündigt worden. Während man am 30jährigen Fällungszyklus festhält, wurden die Fällungsgrenze und die Klasseneinteilung mehrmals geändert. Gegenwärtig ist die Fällungsgrenze für Teak bei 7 ft. Brusthöhenumfang festgelegt, (67,8 cm BHD). Die Klasse II erstreckt sich von 6 - 7 ft. Umfang (58,3 - 67,8 cm BHD) und die Klasse III von 4,5 - 6 ft. (43,0 - 58,3 cm BHD). Der Bereich der Klasse II ist viel zu klein, um eine einigermaßen begründete Ertragsberechnung anstellen zu können, und steht mit dem Fällungszyklus von 30 Jahren in keiner realen Verbindung. Eine auf dieser Basis durchgeführte Berechnung der Anzahl der zu nutzenden Bäume hat keinen größeren Wert als den einer rohen Schätzung.

Bei einer intensiven Bewirtschaftung von kleineren Betriebseinheiten liegt ein weiterer großer Mangel des Brandis-Systems darin, daß die Nutzungsfläche nicht streng lokalisiert ist und wohl das zeitliche aber nicht das örtliche Moment der Planung berücksichtigt wird.

Besonders dann, wenn die Nutzungsplanung nicht mehr auf eine Holzart, sondern auf eine große Zahl von Holzarten ausgerichtet wird, führt das System zu unüberwindbaren Schwierigkeiten. Es müßten praktisch Ertragsregelungsberechnungen für eine Reihe von Holzartengruppen durchgeführt werden, und für die einzelnen Holzartengruppen würden sich in der Größe stark unterschiedliche Jahresschlagflächen ergeben.

Meines Erachtens kann und sollte die Ertragsregelung in diesen intensiv zu bewirtschaftenden überschaubaren Wäldern vielmehr vom örtlichen her, unter waldbaulichen und vorratspfleglichen Gesichtspunkten gesehen werden. Um Übernutzungen vorzubeugen, müßte dabei eine bestimmte Fällungsgrenze vorgeschrieben werden, unterhalb welcher Nutzungen nur aus bestockungspfleglichen Gründen vorgenommen werden dürften.

Als Nachhaltsweiser können dabei Vorrat und Zuwachs herangezogen werden. Eine solche plenterwaldähnliche Bewirtschaftungsform der Naturwälder würde jedoch eine intensive Kontrolle der Vorratsbewegung in regelmäßigen und zeitlich nicht zu weit auseinanderliegenden Abständen unbedingt erforderlich machen. Eine solche Kontrolle dürfte sich auch nicht nur auf die Feststellungen von Stammzahlen einer Holzart in bestimmten sehr weiten Klassen beschränken, sondern müßte neben der Erfassung mehrerer Holzarten auch einen Einblick in die qualitative Struktur des Vorrates geben. Beim Brandis-System war es möglich zu bestimmen, daß schematisch jeder zweite Baum über Fällungsgrenze genutzt werden sollte. Bei einer intensiven Bewirtschaftung ist dies weit schwieriger. Voraussetzung für eine sachgemäße Auszeichnung ist eine gute Kenntnis der Bestockungsverhältnisse und eine intensive Überwachung und Anleitung der Auszeichnungs- und Fällungs-Arbeiten. Zweifellos stellt diese Intensivierung an das Können des Betriebsleiters und seiner Assistenten viel höhere Ansprüche als die gegenwärtig übliche mehr oder weniger schematische Nutzungsform. Deshalb wird auch vorgeschlagen, die Assistenten mit fest umrissenen, mehr oder weniger speziellen Aufgabengebieten zu betrauen. Die Auszeichnung muß unter waldbaulichen Gesichtspunkten durchgeführt werden, deshalb muß sie unter Anleitung des Mannes geschehen, der auch die Verjüngungs- und Kulturarbeiten leitet.

Ein solch"freies waldbauliches"System der Ertragsregelung ist viel stärker örtlich orientiert als ein schematisches Verfahren. Eine Unterteilung des Betriebes in "compartments" und innerhalb der "compartments" in Flächen verschiedener Nutzungs- und Verjüngungsstufen ist dabei unumgänglich. Da die Ergebnisse der Inventur des KAE PAN Waldes vorläufig nur für den Gesamtwald vorliegen, ist eine Ertragsregelung allein mit den zur Verfügung stehenden Unterlagen nicht durchführbar.

Für den Aufbau intensiv zu bewirtschaftender Forstbetriebe in Nordthailand wird deshalb folgender Weg vorgeschlagen:

1) Erkundung und Abgrenzung des Waldgebietes.
2) Durchführung einer Stichprobeninventur durch die Inventory Section des Royal Forest Department, an der sich sowohl der zukünftige Betriebsleiter als auch die vorgesehenen Assistenten beteiligen sollten.

3) Erstellung des Betriebsgutachtens mit Organisationsplan, Distriktaufteilung, Ertragsregelungsplan, Aufforstungsplan, Pflegeplan, Erschließungsplan und Kostenplan.
4) Genehmigung des Gesamtplanes.

424. Pflegemaßnahmen.

Im Grunde genommen sind bei einer intensiven Bewirtschaftung Nutzungs- und Pflegemaßnahmen nicht streng zu trennen. Besonders wenn es darum geht, verarmte Naturwälder mit wertvollen Holzarten anzureichern, muß jede Entnahme unter dem Gesichtspunkt des Bewirtschaftungsziels durchgeführt werden. Bei jeder Nutzungsarbeit sollte deshalb die gleichzeitige Entfernung von "unwanted species" in allen Stockwerken, von Kletterpflanzen und Ficusarten, von Büschen und von Bäumen mit negativem Zuwachs (absterbende und abgestorbene Bäume) die Regel sein (Bestockungspflege).

Es ist weiter erforderlich, spätestens zwei Jahre nach erfolgter Nutzung noch einmal auf diese Flächen zurückzukehren und Pflegemaßnahmen unter dem Gesichtspunkt der Förderung der Verjüngung der wertvollen Holzarten durchzuführen. Diese Arbeiten bestehen wiederum aus der Entfernung von verdämmenden Gewächsen beinhalten aber gleichzeitig Säuberungsarbeiten in Verjüngungen und keimungsfördernde Maßnahmen wie Bodenverwundung und Unkrautbekämpfung. In diesem Arbeitsgang sollte auch das Auslegen von Teaksamen in vereinzelten Lücken mit unbefriedigendem Aufschlag enthalten sein (Verjüngungspflege).

Auch die Umwandlung eines Teiles der von Teak entblößten Flächen des "mixed deciduous forest" (Stratum 2) fällt in diesen Aufgabenbereich. Auf einem großen Teil dieses Stratums wird es nicht ausreichend sein, durch vereinzelte Einbringung von Teaksamen und Heistern wieder eine Bestockungsanreicherung zu erzielen. Doch sollte bei jeder Pflegearbeit in diesem Waldtyp versucht werden, durch das Auslegen von Teaksamen an gesäuberten Stellen auf billige Weise Pflege und Verjüngung zu verbinden.

Es muß als eine wichtige Aufgabe der zukünftigen forstlichen Forschung angesehen werden Erfahrungen mit den in anderen Ländern bereits erfolgreich angewandten Verfahren, wie "tropical shelterwood system" und "uniform system" (Weck, 103) zu gewinnen und die zweckmäßigste Form ihrer Anwendung in Thailand zu erproben.

Die Aufteilung eines Waldgebietes in Dienstbezirke ermöglicht eine gleichzeitige Unterteilung in Pflegeblöcke. Für den MAE PAN Wald sollte deshalb versucht werden, ein System zu entwickeln, nach dem in jedem Jahr in jedem Aufsichtsbezirk eine andere Schwerpunktarbeit vorgenommen werden kann. Wenn beispielsweise im Block 1 Einschlagsarbeiten durchgeführt werden, so sollten im Block 2 Verjüngungsschwerpunkte gebildet und im Block 3 Pflegearbeiten im oben beschriebenen Sinne unternommen werden. Im Block 4 müßten Vorbereitungsarbeiten für den Einschlag wie Ringelung und Auszeichnung folgen und bereits Erschließungsarbeiten für den Holztransport durchgeführt und in Block 5 wertloser "second growth" beseitigt und Plantagen angelegt werden. Dies sollte so organisiert werden, daß ein übersehbarer Zyklus entsteht, der Leiter und Assistenten in die Lage versetzt, die in ihrem Arbeitsgebiet durchzuführenden Arbeiten vorauszuplanen und zu kontrollieren.

425. Aufforstungsvorhaben.

4251. Über bisher durchgeführte Aufforstungen und das dabei angewandte Verfahren.

In Thailand wurde in den Naturwäldern bislang nur im Rahmen der Brandis-Methode versucht, in die Bestockungen regulierend einzugreifen. Außer den "selection fellings" wurden nur einfache Pflegearbeiten wie Beseitigung von Kletterpflanzen usw. und auch diese meist nicht planmäßig durchgeführt. Der Verjüngung und dem zukünftigen Bestandesaufbau wurde lediglich durch das Stehenlassen von Reservebäumen Rechnung getragen. Eine waldbauliche Planung im europäischen Sinne mit Gesichtspunkten wie Bestockungs-, Verjüngungs- und Produktionsziel und eine künstliche Förderung der Verjüngung durch Einbringen von Samen oder Pflanzen ist in den Naturwäldern bis heute noch unbekannt.

Seit längerer Zeit werden jedoch Teak-Plantagen in Form von Reinbeständen angelegt. Die ersten Plantagen-Anbauten in Thailand gehen auf das Jahr 1906 zurück. Zahl und Umfang der Plantagen sind jedoch bis heute noch sehr gering. Erst im Jahre 1939 wurde von der Regierung ein "Teak-Plantagen-Programm" aufgestellt,

das die Anlage von Teakplantagen als vordringlichste Aufgabe ansieht. In den letzten Jahren wurden jährlich etwa 700 - 1.000 ha Teak-Plantagen begründet.

Für die Anlage der Pflanzungen wird heute ein Verfahren gewählt, das von der Versuchsstation der Sivicultural Division erarbeitet und erprobt wurde und sich gut bewährt hat. Unter Aufsicht der Silvicultural Division wird in drei ausgewählten Wäldern das Teak-Saatgut während der Monate Januar bis März gewonnen. Die gegenwärtige jährliche Gesamternte beträgt etwa 1.000 Sack mit ca. 130 000 Litern. Diese Menge ist ausreichend, um Pflanzgut für etwa 1.000 ha Plantagen zu erstellen. Es wäre zweifellos möglich, ein Vielfaches dieser Menge zu gewinnen, wenn mehr Arbeitskräfte zur Verfügung stünden und weitere geeignete Wälder ausgewählt würden.

Vor der Aussaat in Pflanzgärten werden die Samen 12 bis 72 Stunden gewässert. Eine Lagerung über die nächste Regenzeit findet nicht statt. Als Reserve für samenarme Jahre werden die zur Verpflanzung zu schwachen Pflänzlinge der letzten Aussaatperiode benutzt. Die Aussaat erfolgt in geschützten Pflanzgärten in Saatbeeten, die ca. 30 cm tief ausgehackt und mit lockerer Erde aufgefüllt werden. Für einen Quadratmeter Beetfläche rechnet man 6 l. Samen. 14 Tage nach der Aussaat keimen die Samen aus und wachsen zu Pflänzlingen heran (60 bis 80/m^2), die bis zum Ende der Trockenzeit im Saatbeet bleiben. Zu diesem Zeitpunkt beträgt die mittlere Höhe der Pflanzen ca. 60 cm.

Unmittelbar vor der Auspflanzung auf die Kulturfläche (Ende März, Anfang April) werden die Pflanzen auf ca. 2,5 cm über dem Boden zurückgeschnitten und ausgehoben. Diese Stummelpflanzen sind sehr widerstandsfähig und entwickeln rasch einen kräftigen Trieb, der nicht mehr von Gras und Unkraut unterdrückt werden kann.

4252. Planung der Aufforstungsvorhaben aufgrund von Inventurergebnissen am Beispiel des Mae Pan Waldes.

Die gegenwärtige Teak-Aufforstungsrate von ca. 1.000 ha jährlich für ganz Thailand ist natürlich völlig unzureichend. Wenn es gelingen sollte, Forstbetriebe mit intensiver Bewirt-

schaftung im vorgeschlagenen Umfange einzurichten, würde die jährliche Aufforstungsfläche sprunghaft in die Höhe schnellen. Dazu wäre es notwendig, daß in jedem Betrieb ein ständiger Pflanzgarten angelegt und auch die Gewinnung des Saatgutes in eigener Regie auf ausgewählten Flächen durchgeführt wird.

Bei den Aufforstungsvorhaben im MAE PAN Wald müssen verschiedene Dringlichkeitsstufen unterschieden werden. Am notwendigsten erscheint eine möglichst umgehende Aufforstung der Flächen der Straten 9 und 10. Die Fläche des Stratums 10 (103,8 ha) umfaßt frische Kahlflächen nach Brandrodungsbau, die durch Erosion und Zerstörung durch Laterisierung bedroht sind. Die Fläche des Stratums 9 (195,0 ha) trägt sogenannten "second growth", der ebenfalls durch Brandrodungsbau entstanden ist, und einen Bewuchs von unerwünschten und praktisch wertlosen Holzarten aufweist. Die Lage dieser Flächen ist aus Abb. 41 ersichtlich. Bei den Aufforstungen auf durch Brandrodungsbau verarmten Böden ist es meines Erachtens wenig erfolgversprechend, das Taungya-System anzuwenden, da einmal die Erträge aus der landwirtschaftlichen Nutzung sehr gering sein werden, während zum anderen durch die Konkurrenz auf den ausgelaugten Böden das Wachstum und die Entwicklung der Baumpflanzen behindert werden. Über die Aufforstung solcher Flächen mit Unterstützung von Hilfsholzarten (Ammenpflanzen) liegen in Thailand noch keine Erfahrungen vor. Auch hier bietet sich ein Forschungsgebiet von großer wirtschaftlicher Bedeutung für eine zukünftige forstliche Versuchsanstalt an.

In der zweiten Aufforstungsstufe muß versucht werden, die Flächen des Stratums 2 (mixed deciduous without Teak), auf denen Teak zwar gut gedeihen, die es sich aber ohne unterstützende waldbauliche Maßnahmen nicht wieder erobern kann, wieder mit Teak anzureichern. Im MAE PAN Wald beträgt diese Stratenfläche 1.256 ha. Es ist Aufgabe einer örtlichen Planung festzulegen, in welcher Weise die Aufforstung bzw. Anreicherung auf diesen Flächen geschehen soll. Auf größeren Arealen wird es sich dabei um Plantagen handeln, wenn die Standorte gut sind. In diesem Falle sollte soweit als möglich das Taungya-Verfahren benutzt werden. Auch die teaktaugliche Fläche der Straten 3 und 4 (semi and hill evergreen forest) mit 205 ha müßte in diese Aufforstungsstufe mit einbezogen werden.

Erst wenn diese Vorhaben ausgeführt sind, sollte an eine Umwandlung von Flächen des Teak-Naturwaldes (Stratum 1) gedacht werden. Es erscheint möglich, daß bereits bei diesen Flächen auf dem Wege über eine intensive Waldpflege eine Anreicherung des Teak-Vorrates und eine wesentliche Verbesserung der Vorratsstruktur erreicht werden kann.

Im MAE PAN Wald wären nach dem Zustand von 1957 in den nächsten Jahren vordringlich Plantagen auf 298,8 ha anzulegen und in der zweiten Phase Aufforstungen bzw. Umwandlungen auf einer Fläche von 1461,0 ha vorzunehmen. Es erscheint bei der vorgesehenen Personalausstattung und mit der Hilfe der Bevölkerung bei der Anlage von Taungya-Plantagen möglich, jährlich etwa 100 ha aufzuforsten. Das beschriebene Aufforstungsprogramm könnte meines Erachtens in 20 Jahren durchgeführt werden.

426. Erschließungsmaßnahmen.

Für die Durchführung aller beschriebenen Maßnahmen ist ein ausreichendes Wegenetz eine notwendige Voraussetzung. Besonders durch die angestrebte Intensivierung der Nutzung werden bedeutend höhere Ansprüche an die Walderschließung gestellt als vorher, wo auf kleineren Flächen in langen zeitlichen Abständen konzentrierte Einschläge mit relativ hohem Massenaufkommen erfolgten.

Gegenwärtig kann von einem Wegenetz in den meisten thailändischen Naturwäldern noch nicht gesprochen werden. Das Holz wird oft mit Hilfe von Elefanten über lange Strecken bis an einen Fluß oder an einen für Ochsenkarren befahrbaren Weg transportiert.

Der MAE PAN Wald befindet sich insofern noch in einer erschließungstechnisch sehr günstigen Lage, als er von einer Verbindungsstraße zwischen den Provinzen Prae und Sukothai durchschnitten wird. Die übrigen Verbindungswege bestehen in der Regel nur aus schmalen Schleif- oder Ochsenkarrenwegen, den sogenannten "cart tracks". Sie sind nur 2 - 3 m breit und für den LKW ungeeignet.

Es wird aus wirtschaftlichen Gründen jedoch zunächst nicht möglich sein, Erschließungsarbeiten in größerem Maßstabe durchzuführen, daran würde die Durchführung des Intensivierungsprogramms von vornherein scheitern. Als Notlösung bietet sich vorläufig

nur eine Verbreiterung und Aufschüttung der "cart tracks" an, die auch ohne größere Kosten durchgeführt werden könnte. Es sollte aber bereits bei der Anlage von Plantagen und der Durchführung der Nutzungs- und Pflegearbeiten immer ein zukünftiger Erschließungsplan im Auge behalten werden und die zur Ausführung dieser Arbeiten notwendigen Pfade dort freigehauen werden, wo später die Anlage eines Weges erforderlich sein wird. Auch bei der Anlage von Feuerschutzstreifen in den Plantagen sollte die zukünftige Erschließung Berücksichtigung finden.

Das gegenwärtige Wegenetz des MAE PAN Waldes ist in Abb. 7 eingezeichnet. Für die nächsten 10 Jahre ist nur der Ausbau der "cart tracks" geplant. Dabei müßten Wegeverbreiterungen in folgendem Umfang durchgeführt werden:

District	Compartment	Länge der auszubauenden Wege in km
I	I+II+III	7
II	IV+V	2
III	VI+VII	13
IV	VIII+X	3
V	IX+XI	15
		40

Der Südteil des Waldes mit den Compartments III und V und der Nordteil mit den Compartments VIII und X liegt in stark gebirgigem Gelände, das noch nahezu unerschlossen ist. In diesem Teil wird noch auf längere Sicht der Elefant das einzige Transportmittel bleiben, wenn es nicht möglich sein sollte, durch verstärkten Einsatz moderner technischer Hilfsmittel die heute nahezu unlösbar erscheinenden Aufgaben in wirtschaftlicher Weise bewältigen zu können. Auch auf diesem Gebiet erscheint es notwendig, Forschungsarbeiten zu beginnen und Erfahrungen zu sammeln, die zur Lösung dieser Aufgaben beitragen können.

427. Zusammenfassung der forstbetrieblichen Folgerungen.

Die Intensivierung der Bewirtschaftung eines Teiles der nordthailändischen Wälder stellt zweifellos hohe Anforderungen in verschiedener Hinsicht. Die Forderung von Loetsch, 20 - 25 % des teaktragenden Areals als "reserved forest" auszuscheiden, bedeutet, daß nach und nach nur in den fünf aufgenommenen Provinzen mindestens 250 000 ha Waldfläche aus der üblichen Bewirtschaftung herausgenommen und mindestens 40 - 50 selbständige Forstbetriebe errichtet werden müssen.

Personalmäßig bedeutet dies einen ungeheuren Zukunftsbedarf an Forstbeamten. Hinzu kommt, daß an der Vorbereitungsarbeit, der Erkundung, Ausscheidung und Erfassung des Zustandes dieser Wälder auf Jahre hinaus ein ganzer Stab von Forstleuten beteiligt sein wird und daß auch die finanziellen Aufwendungen für Wohnungen, Gerätschaften, Straßen- und Wegebau ein beträchtliches Ausmaß erreichen werden. Außerdem muß erwähnt werden, daß für die nächste Zeit nicht mit einer Steigerung der Nutzungserträge gerechnet werden kann, sondern daß die Auswirkungen des Programms erst nach einer längeren Anlaufzeit wirtschaftlich spürbar werden.

Die Situation der nordthailändischen Teak-Wirtschaft der Gegenwart bildet eine gewisse Parallele zur forstwirtschaftlichen Situation in Deutschland gegen Ende des 18. Jahrhunderts. Wenn sich damals nicht weitblickende Forstleute wie von Cotta und Hartig und verständnisvolle Regierungen gefunden hätten, die aus der forstlichen Situation die notwendigen Konsequenzen gezogen, riesige Aufforstungen durchgeführt und die Grundlage für eine intensive Forstwirtschaft gelegt hätten, so würden sich heute die deutschen Wälder sicherlich in einem ganz anderen Zustand befinden. Wenn in Thailand heute nicht wirklich einschneidende Maßnahmen getroffen werden, die in der Lage sind, die Teak-Wirtschaft zu intensivieren und in geregelte Bahnen zu leiten, so ist der Zusammenbruch nicht aufzuhalten. Die lebende Generation wird vielleicht die Auswirkungen der Waldzerstörung nur in geringem Umfang zu spüren bekommen, das enthebt uns jedoch keinesfalls der Verpflichtung mit allen uns zur Verfügung stehenden Mitteln gegen diese bedrohliche Entwicklung anzugehen. Es ist wahrscheinlich, daß das Programm, die augenblicklichen Möglichkeiten der thailändischen Forstverwaltung überschreitet. Diese Aufgabe ist jedoch von so großer Bedeutung für die Wirtschaft, Landeskultur und Landeswohlfahrt, daß alles getan werden muß, dieses Vorhaben durchzuführen. Vielleicht kann dafür auch von anderen Ländern eine Hilfestellung gegeben und auf diese Weise eine echte Entwicklungshilfe geleistet werden.

Zur Durchführung des Programms ist eine klare und zielbewußte Steuerung aller Maßnahmen unbedingt erforderlich. Dazu scheint mir eine wichtige Voraussetzung zu sein, daß dieses Vorhaben durch offizielles Dekret den Charakter eines Schwerpunktprogramms erhält. Eine weitere wichtige Voraussetzung liegt in der Erforschung der zweckmäßigsten Verfahren für die Umwandlung, des Einsatzes technischer Geräte und der periodischen Zustandserfassung. Dafür liegen bisher nur geringfügige Erfahrungen vor und es fehlt noch die Möglichkeit der systematischen Untersuchung. Deshalb erscheint mir die Errichtung eines Forschungsinstitutes, das sich speziell mit dem Problem der Intensivierung der Teakwirtschaft beschäftigt, notwendig zu sein.

5. Zusammenfassung der Ergebnisse.

60 Jahre Exploitationswirtschaft verbunden mit Brandrodungsbau und illegalen Nutzungen haben zu einer weitgehenden Zerstörung in den nordthailändischen Teakwäldern geführt. Das Ausmaß dieser Zerstörung geht aus den Ergebnissen der unter Leitung von Prof. Loetsch durchgeführten thailändischen Großrauminventur von 1957 hervor.

Damals wurde die Forderung erhoben, etwa 20 % des teaktragenden Areals als "reserved forest" auszuscheiden und durch die Schaffung von Beispielsbetrieben mit intensiver Bewirtschaftung die bislang noch einigermaßen intakten Wälder vor der Zerstörung zu retten und gleichzeitig Maßnahmen zu ergreifen, die für die Zukunft eine nachhaltige Teak-Wirtschaft gewährleisten.

Die Arbeit schildert die Zustandserfassung eines solchen zukünftig zu errichtenden Beispielbetriebes. Es handelt sich um den MAE PAN Wald (6.793 ha) in der Provinz Prae.

In Abschnitt 2 wird eine Beschreibung des Zustandes der nordthailändischen Teak-Wälder gegeben und durch allgemeine Angaben über die geographische Verteilung, standörtlichen Voraussetzungen, Verjüngung, Wachstumsentwicklung und waldbauliche Behandlung der Holzart Teak ergänzt.

Der Abschnitt 3 beschäftigt sich mit der Durchführung der Zustandserfassung des MAE PAN Waldes und der dabei angewandten Methodik.

Auf ca. 9.600 systematisch verteilten Probeflächen von 0,05 ha Größe wurden alle Bäume registriert und Daten über Brusthöhenkreisfläche, Höhe und Massenhaltigkeit erhoben.

Außerdem wurden durch die Messung der Stubbendurchmesser Informationen über die Höhe der in den letzten 20 Jahren durchgeführten legalen und illegalen Einschläge gewonnen.

Durch die Registrierung der auf den Probeflächen vorkommenden Bambusarten konnten Hinweise auf die ursprüngliche Verbreitung von Teak auf heute entblößten Flächen erhalten werden.

Anhand von Stammanalysen konnten Wachstumsuntersuchungen angestellt werden und Aufschluß über folgende Beziehungen gewonnen werden:

Baumhöhe	:	Alter
Baumhöhe	:	Brusthöhendurchmesser
Brusthöhendurchmesser	:	Alter
Masse	:	Alter
Masse	:	Brusthöhendurchmesser.

Aus den Ergebnissen der Stammanalysen wurde ein vorläufiger Massentarif für Teak abgeleitet und Untersuchungen über das Problem der Kreisflächenbestimmungen an unregelmäßig geformten Stammquerschnitten durchgeführt.

Die Ergebnisse der Stammanalysen wurden durch Untersuchungen des Bodens bei Teak-Beständen unterschiedlicher Bonität untermauert. Es konnte festgestellt werden, daß für das Teak-Wachstum die Bodendurchlüftung und die Wasserführung von entscheidender Bedeutung sind.

Nach einer eingehenden Beschreibung der Auswertung werden die Ergebnisse der Inventur hinsichtlich Holzvorrat, Stammzahl, Zuwachs und Einschlag dargelegt und die Methodik der Genauigkeits- und Zuwachsermittlung geschildert.

Ein Vergleich mit den Ergebnissen der Großrauminventur 1957 zeigt deutlich, daß der MAE PAN Wald hinsichtlich seines Teak-Vorrats in Nordthailand eine Sonderstellung einnimmt, daß aber auch in diesem Waldgebiet die Waldzerstörung durch illegale Einschläge und Brandrodungen stark um sich gegriffen hat.

Im Abschnitt 4 werden die Folgerungen forstpolitischer und forstbetrieblicher Natur aus den Ergebnissen der Zustandserfassung abgeleitet. Dabei wird erläutert, daß die Brandis-Methode der Ertragsregelung bei einer intensiven Bewirtschaftung aus verschiedenen Gründen nicht mehr ausreichend sein kann und daß für eine intensive Bewirtschaftung nach neuen Wegen gesucht werden muß.

Am Beispiel des MAE PAN Waldes werden Vorschläge und Hinweise über die zweckmäßige Organisation und Bewirtschaftung der Beispielsbetriebe gegeben.

Literaturverzeichnis:

1. Abetz, P.: Die Genauigkeit der Radialzuwachs- und Jahrringbreitenmessung mit der Eklund'schen Jahrringmeß-Maschine an Stammscheiben und Bohrspänen. Allg. Forst- und Jagdztg. Jg. 131, Nr. 4 (1960),S.74-80.

2. Baader, G.: Forsteinrichtung 1945. J.D.Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M.

3. Banijbatana, D.: Teak Forests of Thailand. Trop. Silv. Vol. II, FAO, 1957.

4. Beekman, H.: Een onderzock naar de meest juiste methode van opmeting van djatiboom en djatiopstand. Meddedeelingen van het Proefstation voor het Boschwesen 1915, Nr. 1.

5. Blankmeister, H.:Mathematischer und physikalischer Grundriß für Forstwirte, 1957.

6. Brasnett, N.V.: Planed Management of Forests. London, 1953.

7. Bourke-Borrow: The Teak Industry of Siam, 1927.

8. Bitterlich, W.: Der Visiermeßwinkel mit Kreisflächengewichtseinteilung. Österr. Forst- und Holzwirtsch., Wien, Jg. 7, Nr. 12 (1952), S. 233-235.

9. dto. Messung und Schätzung in der Forstwirtschaft. Allg. Forstzeitung, Wien, Jg. 62, Nr. 21/22 (1951).

10. Champion H.G.: The Problem of the Pure Teak Plantation. Ind. For. Bull. 78 (1932).

11. dto. A Preliminary Study of Forest Types of India and Burma. Ind. For. Rec. (new series); Jg.1, No.1 (1936), Silv. S. 286 pp.

12. dto. The Effect of Defoliation on the Increment of Teak Saplings. For. Bull., No. 89 (1934), Dehra Dun.

13. Champion, H.G. and G. Trevor: Manual of Indian Silviculture. Oxford, 1938.

14. Griffith, A.L.: The Efficiency of Enumerations. Empire Forestry Rev. XXVI.

15. Griffith,A.L. and J. Prasad: The Silviculture Research Code. Vol. 3, The Tree and Crops Measurement Manual, Dehra Dun, 1949.

16. Griffith, A.L. and R.S. Gupta: Soil in Relation to Teak with Special Reference to Laterization.
Ind. For. Bull. 141, 1947.

17. Gupta, R.S.: On the Suitability of Soils for Teak Plantations with Special Reference to Laterization.
VIII. Silv. Conference, 1951.

18. Gehrhardt: Eine Kluppung zu genauester Durchmessermessung auf Stammscheiben.
Allg. Forst- und Jagdztg. (1933), S.58-61.

19. Garland, E.A.: Methods of Management in the Mixed Deciduous Teak Bearing Forest of Kanara.
Ind. For. Vol. LX, (1931), S. 819-840.

20. Graf,U. und H.J. Henning: Statistische Methoden bei textilen Untersuchungen.
Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1952.

21. Haig, I.T., Huberman, M.A. and U. Aung Din:
Tropical Silviculture.
Vol. I, FAO 1958.

22. Hummel, F.C.: The Volume-Basal Area Line.
Forest Commission, London Bull. 24, 1955.

23. Hummel, F.C., Locke, G.M. and Jeffes:
Code of Sample Plot Procedure.
Forest Commission, London Bull. 31, 1959.

24. Hasenkamp, J.G.: Die Genauigkeit der systematischen Stichprobennahme bei forstlichen Vorratsinventuren.
Mittl. der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Reinbek/Hamburg, Nr. 35, 1954.

25. Haller, E.K.: Untersuchungen über die zahlenmäßige Erfassung des Wertes stehender Waldbäume am Beispiel der Rotbuche.
Mitt. d. Bundesforschungsanstalt f.Forst- und Holzw., Reinbek/Hamburg, Nr. 43, 1959.

26. Kubiena, W.: Gefügeuntersuchungen am tropischen und subtropischen Rotlehm.
Beiträge zur Kolonialforschung; Bd. III, 1949, S.48-58.

27. dto. Die Dünnschlifftechnik in der Bodenuntersuchung.
Forschungsdienst, Sonderheft Nr. 16, 1942, S.91-98.

28. dto. Entwicklungslehre des Bodens.
Springer, 1948.

29. Knuchel, H.: Planung und Kontrolle im Forstbetrieb.
Sauerländer's Verlag, 1950.

30. Köstler,J.: Waldbau.
Berlin, Hamburg, 1950.

31. Krenn, K. u. M. Prodan: Die Bestimmung der echten Stammformzahl und Ausbauchungsreihe aus den echten Formquotienten. Mitt. d. Akademie d. deutsch. Forstwissensch. 8. Anhang, 1944.

32. Kulkarni, D.H.: Distribution of Teak on the Northern Slopes of the Salpuras with Special to Geology. VIII. Silv. Conference, Dehra Dun 1951.

33. Krishnaswamy, V.S.: Notes on Teak Regeneration Methods. VII. Silv. Conference, Dehra Dun, 1951.

34. Kadambi, K.: Geology of Teak in Mysore. VII. Silv. Conference, Dehra Dun, 1951.

35. dto. Natural Reproduction of Teak. Trop. Silv. Vol. II, FAO, 1957.

36. dto. Observations of Natural Reproduction of Teak. Ind. Forest. Vol. 85, No. 11 (1959), S. 641-649.

37. Kennel, R.: Die Genauigkeit von Kluppung und Umfangmessung nach einem Vergleichsversuch. Forstw. Cbl., Jg. 78 (1959), S. 243-251.

38. Loetsch, F.: Quantitative und qualitative Holzvorratsinventur nach dem Verfahren des repräsentativen Querschnitts. Allg. Forstztschr., Jg. 5, Nr. 46 (1950), S. 491-493.

39. dto. Massenzuwachsermittlung durch Bohrspanproben unter Anwendung mathematisch-statistischer Methoden. Ztschr.f. Weltforstwirtsch., Jg. 16, Nr.3 (1953), S. 77-98.

40. dto. Entwicklungsmöglichkeiten mitteleuropäischer Holzvorratsinventurmethoden. Ztschr.f.Weltforstwirtsch., Jg. 15, Nr.2 (1952), S. 41-57.

41. dto. Wesen und Anwendungsmöglichkeit der mathematischen Statistik in der Forstwirtschaft, speziell bei forstlichen Vorrats- und Zuwachsinventuren. Schweiz. Ztschr.f. Forstwesen, Jg. 105, Nr. 11 (1954), S. 625-644.

42. dto. Das Tarifdifferenzverfahren zur Massenzuwachsermittlung. (Anwendung in der forstlichen Praxis und im Versuchswesen) Schweiz.Ztschr.f.Forstwesen, Jg. 105, Nr. 3/4 u. 5 (1954), S. 207-233 u. 276-296.

43. dto. Inventory Methods for the Tropical Forests of Thailand. Part I a.II. FAO-Report No. 545, Rome, 1957.

44. dto. A Forest Inventory in Thailand. Unasylva, Jg. 11, Nr. 4 (1957), S. 174-180.

45. dto. Forest Inventory of the Northern Teak Bearing Provinces of Thailand. FAO-Report No. 895, Rome, 1958.

46. Loetsch, F.: Waldflächeninventur im Kleinprivatwald mit Stichprobenverfahren unter weitgehender Benutzung des Luftbildes. Forstarchiv, Jg. 26, Nr. 8 (1955), S. 173-182.

47. dto. Der Einfluß des Brandrodungsbaus auf das Gefüge des Tropenwaldes und die Wasserführung der Ströme, untersucht am Beispiel Nordthailands. Erdkunde, Jg. 12, Nr. 3 (1958), S. 182-205.

48. dto. Application of Mean Tree Tariffs for the Further Development of Forest Management of the Plantation Forests. FAO-Report No. 1281, Rome, 1960.

49. Linder, A.: Planen und Auswerten von Versuchen. Eine Einführung für Naturwissenschaftler, Mediziner, Ingenieure. Basel - Stuttgart, 1953.

50. Mahaphol, S.: Teak in Thailand. Royal Forest Department, No. R.16 (1954).

51. Meyer, H.A.: Eine mathematisch-statistische Untersuchung über den Aufbau des Plenterwaldes. Schweiz. Ztschr.f.Forstwesen, (1933), S. 33 b. 46, S. 88-103 und 124-131.

52. dto. Die rechnerischen Grundlagen der Kontrollmethoden. Beiheft 13 zur Schw.Ztschr.f.Forstw. (1934).

53. dto. Methods of Forest Growth Determination. Bull. 435, The Pennsylvania State College (1942).

54. dto. Berechnung und Auswertung des Stärkezuwachses. Schweiz. Ztschr.f.Forstwesen (1949).

55. dto. Forest Management. The Ronald Press Co.(1952).

56. Mayer-Wegelin, H.: Holz als Rohstoff. München (1955).

57. Mishra, R.S.: Determination of the Extent of Equi-Productive Coupes under Brandis' Method of Yield Regulation. Ind. Forester, Jg. 85, Nr. 1 (1959), S. 22-36.

58. Mantel, W.: Forsteinrichtungslehre. Hamburg, 1949.

59. Müller, G.: Untersuchungen über die Querschnittsformen der Baumschäfte. Forstw. Cbl.(1957), S. 34 und (1958), S. 41-45.

60. Prodan, M.: Messung der Waldbestände. Frankfurt a.M., 1951.

76. Seth S.K. u. M.A.Waheed Khan: Regeneration of Teak Forests.
Ind. Forester, Vol. 84 (1958), S. 455-466.

77. Speidel, G.: Die rechnerischen Grundlagen der Leistungskontrolle und ihre praktische Durchführung in der Forsteinrichtung.
Mitt.d. Nieders. Forstl. Versuchsanst. Bd. 19 (1957).

78. Sagreiya, K.P.: Practicable Thinnings (In naturally regeneratial young crops of Teak).
Ind. For., Vol. 82, No. 11 (1956), S. 553-561.

79. dto. Yield Regulations in Irregular Selection Forests.
Emp. For. Rev., Vol. 36, No.2 (1957).

80. dto. Brandis' Method of Yield Regulation.
Emp. For. Rev., Vol. 36, No.2 (1957), S. 200-203.

81. dto. Methods of Increasing Growth and Obtaining regeneration in the deciduous Forests of Central India.
Trop. Silv., Vol. II, FAO, 1957.

82. dto. Brandis Method of Yield Regulation.
Ind. For., Vol. 82, No.6 (1956).

83. Thirawat, S.: Brief Information on Forestry Situation in Thailand.
Royal For. Dep. Thailand, 1952.

84. Takle, G.G. u. R.B. Mujamda:
Increasing Growth and Natural Regeneration of Teak.
Trop. Silv., Vol. II, FAO, 1957.

85. Tiwari, S.D.N.: The Working Capital and Other Formulae for the Yield Regulation in Selection Forests.
Ind. For., Vol. 81, No. 11 (1955), S. 690-700.

86. dto. The Working Capital and other Formulae for the Yield Regulation in Selection Forests.
Ind. For., Vol. 82, No. 8 (1956).

87. Troup, R.S.: Silviculture of India Trees.
Vol. II, Oxford 1921.

88. Troup, R.S.: Silviculture System.
Oxford, 1952.

89. U Aung Din: Relation Between Forest and Fire (Ecological Problem).
VIII. Silv. Conference, Dehra Dun, 1951.

90. Wülfing, W.von: Het voorkomen van gleuven op borsthoogte bij djatistammen in plantsoenen.
Meddedeelingen van het Proefstation voor het Boschwesen, Nr. 16 (1929).

Tabellenverzeichnis

Tabelle		
1	Holzartenverzeichnis mit Angabe der Fällungsgrenze, Abkürzung und Code.	Anh.
2	Verzeichnis der Straten und Code.	Anh.
3	Umrechnungswerte von Umfang in "Wannergewichte" und Durchmesserklassen.	Anh.
4	Ergebnisse der Planimetermessungen, Probestamm 2.	Anh.
5	Ergebnisse der Planimetermessungen, Probestamm 5.	Anh.
6	Ergebnisse der Stammanalysen, Probestamm 1.	Anh.
7	Ergebnisse der Stammanalysen, Probestamm 2.	Anh.
8	Ergebnisse der Stammanalysen, Probestamm 3.	Anh.
9	Ergebnisse der Stammanalysen, Probestamm 4.	Anh.
10	Ergebnisse der Stammanalysen, Probestamm 5.	Anh.
11	Ergebnisse der Stammanalysen, Probestamm 6.	Anh.
12	Teak-Log-Tarif.	Anh.
12a	Bestimmungsgleichungen für die "volume basal area line" der einzelnen Längenklassen.	S.33
12b	Durchschnittliche Log-Anzahl pro Wannergewichtsklasse.	Anh.
12c	Teaktarif 1957, Masse, Steigungsfaktoren und Zuwachskoeffizienten.	Anh.
13	Vergleich der Schätzungen aus der Inventur des Mae Pan Waldes und des Mae Sai Kam Waldes 1955 mit dem Log-Tarif.	Anh.
14	Einbuchtungsprozente.	S.43
15	Durchmesser-, Umfangs- und Kreisflächenwerte (unkorrigiert und korrigiert) von Teak, nach v.Wülfing.	Anh.
16	Gegenüberstellung der aus Umfangsmessung und Planimetrierung gewonnenen Brusthöhenkreisflächen und Brusthöhendurchmesser der sechs analysierten Probestämme.	Anh.

Tabelle

17	Durchmesserwerte in cm von sechs Teakstämmen nach 1, 2 und 3 Kluppungen.	Anh.
17a	Variationskoeffizienten für 1, 2 und 3 Durchmessermessungen an den sechs Teak-Stammscheiben; F-Werte zur Überprüfung der Signifikanz.	S.46
18	Vorratsübersicht für die einzelnen Holzarten im Stratum 1 (mixed deciduous with Teak).	Anh.
19	Vorratsübersicht für die einzelnen Holzarten im Stratum 2 (mixed deciduous without Teak).	Anh.
20	Vorratsübersicht für die einzelnen Holzarten in den Straten 3 + 4 (semi and hill evergreen).	Anh.
21	Vorratsübersicht für die einzelnen Holzarten in den Straten 6, 7 + 8 (dry dipterocarp).	Anh.
22	Vorratsübersicht für die einzelnen Holzarten in allen Straten.	Anh.
23	Aufteilung der Stammzahl pro km^2 und der Masse in m^3 (Hoppus) auf die einzelnen Durchmesserklassen im Stratum 1 (mixed deciduous with Teak).	Anh.
24	Aufteilung der Stammzahl pro km^2 und der Masse in m^3 (Hoppus) pro km^2 auf die einzelnen Durchmesserklassen in den Straten 1 + 2.	Anh.
25	Übersicht über Stammzahl, Kreisfläche (als Summe der Wannergewichte in Brusthöhe) und Masse (als Summe der Wannergewichte der einzelnen Logs: "s.o.w.o.l.") von Teak in den einzelnen Linien (strips).	Anh.
25a	Die Genauigkeit des Teakvorrates innerhalb des Stratums 1.	Anh.
26	Berechnung des mittleren Teak-Durchmesserzuwachses und seiner Genauigkeit für die einzelnen Durchmesserklassen aus Bohrspänen.	Anh.
27	Massenzuwachs von Teak im MAE PAN Wald.	Anh.
27a	Vorrat und Zuwachs der einzelnen Durchmesserklassen von Teak.	S.76

Tabelle

28	Prozentuales Vorkommen bestimmter Bambusarten in einigen Waldtypen des MAE PAN Waldes.	Anh.
29	Grundmaterial zur Ermittlung der Beziehung zwischen Umfang in 0,3 m (Stockhöhe) und 1,3 m (Brusthöhe).	Anh.
30	Hilfstafel zur Umformung von Umfang und Mannergewicht in 0,3 m (Stockhöhe) in Umfang bzw. Mannergewicht in 1,3 m (Brusthöhe).	Anh.
31	Berechnung der Linienregression zwischen dem Umfang gemessen in 0,3 und 1,3 m Höhe an 359 Teakbäumen.	Anh.
32	Teakvorrat 1957, legaler und illegaler Einschlag in den letzten 20 Jahren in den Durchmesserklassen 3-12.	Anh.
33	Flächenanteil der Straten in ha (MAE PAN Wald).	Anh.
34	Vergleich einiger Inventurresultate der MAE PAN- und der Großrauminventur 1957.	Anh.

Tabelle 1

Holzartenverzeichnis mit Angabe der Fällungsgrenze (girth limit), Abkürzung und Code.

Code	Holzarten	Fällungsgrenze Umfang in cm	Abkürzung
1.	Acacia catechu	150	Ac.c.
2.	Adina cordifolia	100	Ad.c.
3.	Afzelia xylocarpa	200	Af.x.
4.	Ailanthus fauveliana	150	Ai.f.
5.	Albizzia lucida	-	Al.l.
6.	Amoora pilystachya	-	Am.p.
7.	Anisoptera scaphula	200	An.s.
8.	Anogeissus acuminata	100	An.a.
9.	Artocarpus lakoocha	150	Ar.l.
10.	Azadirachta indica	-	Az.i.
11.	Berrya mollis	100	Be.m.
12.	Bombax insigne	150	Bo.i.
13.	Butea monosperma	200	Bu.m.
14.	Cassia bakeriana	100	Ca.b.
15.	Cassia fistula	100	Ca.f.
16.	Cassia siamea	75	Ca.s.
17.	Castanopsis spp.	150	Cas.sp.
18.	Cedrela toona	150	Ce.t.
19.	Chucrassia tabularis	150	Ch.t.
20.	Cinnamomum iners	-	Ci.i.
21.	Dalbergia cochinchinensis	-	Da.co
22.	Dalbergia cultrata	150	Da.cu
23.	Dalbergia dongnaiensis	150	Da.d
24.	Dalbergia oliveri	-	Da.o
25.	Dillenia spp.	-	Dil.sp
26.	Diospyros mollis	-	Dio.m
27.	Dipterocarpus alatus	250	Dip.a
28.	Dipterocarpus costatus	250	Dip.c
29.	Dipterocarpus obtusifolius	150	Dip.o
30.	Dipterocarpus tuberculatus	150	Dip.t
31.	Eugenia spp.	-	Eu.sp
32.	Fagraea fragrans	150	Fa.f
33.	Garuga pinnata	150	Ga.p
34.	Gmelina arborea	-	Gm.a
35.	Hopea odorata	200	Ho.o
36.	Hydnocarpus ilicifolia	-	Hy.i
37.	Irvingia malayana	100	Ir.m
38.	Kydia calycina	100	Ky.c
39.	Lagerstroemia calyculata	150	La.c
40.	Lagerstroemia speciosa	150	La.sp
41.	Lagerstroemia tomentosa	150	La.t
42.	Mangifera spp.	200	Ma.sp
43.	Melanorrhoea usitata	-	Mel.u
44.	Mesua ferrea	150	Mes.f
45.	Michelia champaca	150	Mic.c
46.	Millettia leucantha	150	Mil.l
47.	Nauclea orientalis	-	Nau.o
48.	Parinari anamense	-	Pa.a
49.	Pentacme siamensis	100	Pe.s
50.	Pinus merkusii	-	Pi.m
51.	Pinus khasya	-	Pi.k
52.	Pterocarpus macrocarpus	200	Pt.m
53.	Quercus spp.	150	Qe.sp
54.	Sandoricum indicum	150	Sa.i
55.	Schleichera oleosa	150	Sc.o
56.	Schoutenia hypoleuca	200	Sch.h
57.	Shorea talura	150	Sh.t
58.	Shorea obtusa	100	Sh.o
59.	Sindora siamensis	100	Si.s
60.	Spondias pinnata	150	Sp.p
61.	Sterculia spp.	150	St.sp
62.	Strychnos spp.	-	Str.sp
63.	Tectona grandis	213	Te.g
64.	Terminalia chebula	150	Ter.c
65.	Terminalia mucronata	150	Ter.m
66.	Terminalia tomentosa	150	Ter.t
67.	Tetrameles nudiflora	200	Tet.n
68.	Trewia nudiflora	-	Tr.n
69.	Vatica odorata	-	Va.o
70.	Vitex canescens	-	Vi.c
71.	Vitex limonifolia	100	Vi.l
72.	Xylia kerrii	150	Xy.k
73.	Others	-	Oth.
74.	Teak stump without official hammer mark.		
75.	Teak stump with official hammer mark.		
76.	Illicitly girdled or killed Teak trees.		
77.	Girdled Teak trees with official hammer mark.		

Tabelle 2

Verzeichnis der Straten mit Code.

	Stratum
Teakplantations	0
Mixed deciduous forest with Teak	1
Mixed deciduous forest without Teak	2
Semi evergreen forest	3
Hill evergreen forest	4
Coniferous forest	5
Dry dipterocarp forest, high open	6
" " " , scrub open	7
" " " , severely overworked	8
Second growth	9
Shifting cultivation	10
Permanent agriculture Land	11
Other nonforested area	12

Tabelle 3

Umrechnungswerte von Umfang in "Wannergewichte" (Kreisflächenklassen) und Durchmesserklassen.

Umfang	Wanner-gewichte	Ø-kl.	Umfang	Wanner-gewichte	Ø-kl.	Umfang	Wanner-gewichte	Ø kl.
	1	1		28			55	
68,5			299,1			417,5		
	2	2		29			56	
88,6			304,4			421,3		
	3			30			57	
104,6		3	309,4			424,7		
	4			31			58	
118,8			314,5			428,5		
	5			32			59	
131,3			319,5		10	432,3		
	6	4		33			60	
142,6			324,2			435,7		
	7			34			61	
153,3			328,9			439,5		
	8			35			62	
163,4			334,0			443,0		
	9	5		36			63	
172,5			338,3			446,1		
	10			37			64	
181,6			343,1			449,9		
	11			38			65	
190,1			347,8			453,3		
	12			39			66	
197,9		6	352,2			456,8		
	13			40	11		67	
205,8			356,6			460,2		
	14			41			68	12
213,3			361,0			463,7		
	15			42			69	
220,5			365,4			467,2		
	16			43			70	
227,5		7	369,5			470,6		
	17			44			71	
234,4			373,8			473,8		
	18			45			72	
241,0			377,9			477,2		
	19			46			73	
247,2			382,0			480,3		
	20			47			74	
253,5			386,1			483,8		
	21	8		48			75	
259,8			390,2			486,9		
	22			49	12		76	
265,8			394,3			490,1		
	23			50			77	
271,4			398,0			493,2		
	24			51			78	
277,4			402,1			496,4		
	25			52			79	
282,7		9	405,9			499,5		
	26			53			80	
288,4			410,6			502,7		
	27			54				
293,7			413,7					

Tabelle 5

Ergebnisse der Planimetermessungen; Teakstamm Nr. 5; WAE PAN Wald

Sektion	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
Jahr	G_2 cm^2	Ø cm	G_2 cm^2	Ø cm	G_2 cm^2	Ø cm	G_2 cm^2	Ø cm	G_2 cm^2	Ø cm	G_2 cm^2	Ø cm	G_2 cm^2	Ø cm	G_2 cm^2	Ø cm	G_2 cm^2	Ø cm	G_2 cm^2	Ø cm	G_2 cm^2	Ø cm	G_2 cm^2	Ø cm	G_2 cm^2	Ø cm
1955	1499,4	43,6	1109,7	37,5	1028,9	36,1	844,1	32,7	822,8	32,3	734,8	30,5	653,6	28,8	603,3	27,7	437,7	23,5	282,8	18,9	179,6	15,1			47,4	7,7
50	1445,4	42,8	1057,4	36,6	983,0	35,3	812,8	32,1	777,2	31,4	707,2	30,0	627,7	28,2	571,4	26,9	404,6	22,7	262,0	18,2	162,0	14,3			42,4	7,3
45	1377,9	41,8	1020,2	36,0	945,4	34,6	776,9	31,4	740,4	30,6	680,4	29,3	585,7	27,2	544,6	26,3	387,3	22,1	237,0	17,3	143,6	13,5			35,5	6,7
40	1273,9	40,2	887,0	33,5	868,4	33,2	709,4	30,0	680,2	29,3	631,0	28,3	544,4	26,3	488,2	24,9	348,4	21,0	205,2	16,1	114,6	12,0			25,3	5,6
35	1156,7	38,3	812,4	32,1	806,9	32,0	649,0	28,7	622,9	28,1	580,1	27,1	501,0	25,2	441,4	23,6	309,8	19,8	172,4	14,8	98,1	11,1			17,7	4,7
30	1100,4	37,4	767,7	31,2	760,8	31,1	607,0	27,7	576,6	27,0	534,8	26,0	469,8	24,4	393,7	22,3	278,6	18,8	150,5	13,8	85,0	10,3			13,4	4,1
25	1014,9	35,9	714,0	30,1	706,5	30,0	560,4	26,6	524,0	25,8	486,0	24,9	422,9	23,1	369,8	21,7	252,1	17,8	128,2	12,7	70,6	9,4			9,5	3,4
20	946,8	34,6	654,0	28,8	670,6	29,1	513,0	25,5	482,4	24,7	434,8	23,4	391,2	22,2	333,2	20,5	216,5	16,5	107,8	11,6	57,2	8,5			5,6	2,6
15	867,3	32,0	578,4	27,1	579,4	27,1	456,5	24,0	421,6	23,1	382,2	22,0	365,7	21,4	282,9	18,9	181,3	15,1	88,2	10,5	42,5	7,3			2,3	1,7
10	742,5	30,7	528,6	25,9	529,6	25,9	407,2	22,7	374,9	21,8	346,2	20,9	304,9	19,6	246,5	17,7	153,0	13,9	74,9	9,7	33,4	6,5				
05	649,5	28,7	457,3	24,0	461,7	24,2	353,6	21,1	326,4	20,3	291,6	19,2	257,8	18,1	207,8	16,2	126,9	12,6	57,7	8,5	22,1	5,3				
00	536,6	26,1	378,6	21,9	380,0	22,0	303,4	19,6	250,4	17,8	236,6	17,3	200,2	15,9	162,8	14,3	96,4	11,0	41,2	7,2	13,3	4,1				
1895	423,2	23,2	299,3	19,5	306,6	19,7	242,5	17,5	191,4	15,6	180,5	15,1	142,5	13,4	117,2	12,2	61,7	8,8	25,6	5,7	7,7	3,1				
90	290,7	19,2	205,2	16,1	214,4	16,5	166,4	14,5	128,1	12,7	108,8	11,7	89,8	10,6	64,9	9,0	31,4	6,3	9,4	3,4	1,7	1,4				
85	213,3	16,4	154,4	14,0	153,4	13,9	113,5	12,0	90,5	10,7	73,2	9,6	53,0	8,2	32,9	6,4	12,9	4,0	0,9	1,0						
80	151,8	13,8	102,8	11,4	95,5	11,0	64,6	9,0	46,5	7,6	38,6	6,9	22,0	5,2	10,9	3,7	0,9	1,0								
75	90,0	10,6	61,6	8,8	54,4	8,3	26,1	5,7	15,2	4,3	13,0	4,0	3,7	2,1												
70	48,1	7,8	26,2	5,7	16,4	4,5	4,1	2,2																		
65	15,1	4,3	4,5	2,3	1,8	1,1																				
60	9,3	3,4	2,4	1,7																						
55	2,4	1,7	0,8	1,0																						

Stammscheibe zerbrochen

Tabelle Nr. 4

Ergebnisse der Planimetermessungen; Teakstamm Nr. 2; LAE PAN Wald:

Sektion	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Jahre	G_2 cm	Ø cm	G_2 cm	Ø cm	G_2 cm	Ø cm	G_2 cm	Ø cm	G_2 cm	Ø cm	G_2 cm	Ø cm	G_2 cm	Ø cm	G_2 cm	Ø cm	G_2 cm	Ø cm
1955	4120,0	72,3	3069,9	62,4	2795,1	59,5	2450,7	55,8	2334,9	54,4	1913,4	49,3	1840,8	48,3	1693,8	46,3	1778,1	47,4
50	3826,7	69,5	2838,4	60,0	2553,6	56,9	2310,6	54,2	2180,4	52,6	1780,5	47,4	1688,7	46,3	1558,8	44,4	1618,2	45,3
45	3525,9	66,9	2601,6	57,5	2319,3	54,2	2153,4	52,3	2013,6	50,3	1626,6	45,4	1546,9	44,3	1437,0	42,7	1511,1	43,8
40	3195,7	63,8	2347,0	54,6	2125,8	52,0	1961,7	49,9	1857,3	48,6	1508,7	43,8	1425,9	42,5	1301,4	40,6	1303,5	40,6
35	2965,9	61,4	2162,7	52,4	1960,5	49,9	1804,8	47,9	1719,0	46,6	1392,9	42,0	1318,8	40,9	1206,3	39,1	1106,7	37,5
30	2680,5	58,3	1956,8	49,8	1802,4	47,8	1637,1	45,6	1595,7	45,0	1262,9	40,0	1218,0	39,3	1114,5	37,6	970,2	35,1
25	2371,7	54,9	1670,4	46,0	1564,8	44,6	1409,7	42,3	1405,2	42,2	1116,0	37,6	1078,7	37,0	979,8	35,3	885,6	33,5
20	2180,3	52,6	1566,9	44,6	1439,7	42,8	1298,7	40,6	1279,8	40,3	1018,5	36,0	1000,2	35,6	894,6	33,7	798,0	31,8
15	2020,3	50,6	1442,1	42,8	1319,7	40,9	1188,9	38,8	1159,8	38,4	932,1	34,4	906,3	33,9	811,8	32,0	720,3	30,2
10	1888,5	48,9	1325,3	41,0	1227,9	39,4	1102,5	37,4	1046,7	36,4	859,8	33,0	833,4	32,5	741,9	30,7	642,9	28,5
05	1727,5	46,8	1216,5	39,3	1123,8	37,7	1004,7	35,7	935,1	34,4	774,3	31,3	741,3	30,7	676,2	29,3	562,5	26,7
00	1534,9	44,1	1087,5	37,2	1000,2	35,6	893,4	33,7	830,7	32,4	687,3	29,5	655,2	28,8	587,1	27,2	478,8	24,6
1895	1321,1	40,9	923,7	34,2	858,9	33,0	774,6	31,3	702,3	29,8	589,8	27,4	567,0	26,8	490,5	24,9	404,1	22,7
90	1162,1	38,4	811,7	32,1	758,1	31,0	685,2	29,5	606,3	27,7	505,5	25,3	486,9	24,9	420,6	23,1	302,4	19,6
85	980,3	35,3	684,8	29,5	644,1	28,6	576,9	27,0	494,4	25,0	431,4	23,4	397,5	22,4	332,4	20,5	233,1	17,2
80	809,1	32,0	564,8	26,8	531,3	26,0	470,1	24,4	407,7	22,8	343,8	20,8	320,1	20,0	263,4	18,2	156,6	14,1
75	589,9	27,3	408,0	22,8	398,1	22,5	342,7	20,8	297,9	19,4	235,5	17,2	219,6	16,7	180,0	15,1	88,1	10,5
70	432,5	23,4	301,3	19,5	297,3	19,4	251,1	17,8	215,7	16,5	163,5	14,4	132,0	12,9	111,6	11,9	36,6	6,8
65	319,5	20,2	226,7	16,9	216,0	16,5	184,8	15,3	152,1	13,9	109,2	11,7	82,8	10,2	56,4	8,4	13,8	4,1
60	228,8	17,0	156,8	14,1	150,3	13,8	123,3	12,5	92,7	10,8	62,7	8,9	38,7	7,0	24,0	5,5		
55	157,3	14,1	103,5	11,4	94,5	10,9	79,2	10,0	51,1	8,0	29,9	6,1	11,4	3,8	3,3	2,0		
50	83,2	10,2	54,9	8,3	42,9	7,3	29,7	6,1	9,9	35	2,7	1,8						
45	35,7	6,7	14,4	4,2	5,7	2,6												

	10		11		12		13		14	15		16		17			
1955	1356,9	41,5	1017,1	35,9	836,5	32,6	668,7	29,1		243,1	17,5	90,2	10,7	53,9	8,2		
50	1254,3	39,9	930,8	34,3	768,4	31,2	613,5	27,9		221,0	16,7	78,7	10,0	46,0	7,6		
45	1143,6	38,1	842,0	32,7	709,2	30,0	567,7	26,8		199,3	15,9	70,2	9,4	37,7	6,9		
40	1036,2	36,3	765,1	31,1	646,1	28,6	525,2	25,8		174,9	14,9	61,7	8,8	30,4	6,2		
35	922,8	34,2	693,3	29,6	592,4	27,4	477,5	24,6		155,8	14,0	52,1	8,1	23,8	5,5		
30	833,7	32,5	621,9	28,1	523,1	25,7	431,1	23,4		139,3	13,3	43,7	7,4	17,7	4,7		
25	737,1	30,5	544,8	26,3	453,7	24,0	373,7	21,8		119,2	12,3	32,5	6,4	12,1	3,9		
20	671,9	29,2	489,5	24,9	405,6	22,7	326,9	20,3		101,4	11,3	22,1	5,2	7,8	3,1		
15	583,5	27,2	434,4	23,4	354,5	21,2	263,1	18,2		61,5	8,8	11,7	3,8	3,9	2,2		
10	522,6	25,7	374,0	21,8	306,5	19,7	216,3	16,5		56,5	8,4	5,9	2,7	1,2	1,2		
05	458,4	24,1	318,3	20,1	248,1	17,7	164,8	14,4		40,4	7,1	2,4	1,7				
00	385,5	22,1	258,1	18,1	199,1	15,9	114,5	12,0		22,4	5,3	0,4	0,7				
1895	299,9	19,5	191,3	15,5	138,9	13,2	78,1	9,9		11,2	3,7						
90	223,8	16,8	151,1	13,8	106,3	11,6	50,6	8,0		4,7	2,4						
85	156,2	14,0	76,9	9,8	59,9	8,7	26,7	5,8									
80	79,2	10,0	46,5	7,6	33,6	6,5	11,5	3,8									
75	4,5	2,3	2,9	1,9													

Stammscheibe zerbrochen

Tabelle Nr. 6

Ergebnisse der Stammanalysen. (Stamm 1)

Alter	BHD m.R. (cm)	BHD o.R. (cm)	Kreis-fläche m.R. (cm^2)	Baum-Höhe (m)	Volumen o.R. (m^3)
117	89,9	83,9	6350,2	40,8	7,0612
112	86,1	80,2	5824,7	39,1	6,4266
107	80,8	75,1	5129,7	38,3	5,7098
102	73,6	68,1	4256,2	37,5	4,8072
97	66,7	61,5	3495,6	36,7	4,1099
92	63,7	58,6	3188,2	35,8	3,5654
87	59,7	54,7	2800,4	34,9	3,1296
82	58,0	53,1	2643,2	34,1	2,8729
77	56,3	51,4	2490,5	33,0	2,6341
72	54,6	49,8	2342,4	32,7	2,4208
67	52,2	47,4	2140,9	32,3	2,1647
62	50,2	45,5	1980,1	31,8	1,9275
57	47,0	42,4	1735,7	31,2	1,6763
52	44,1	39,6	1528,1	30,6	1,4399
47	41,4	37,0	1346,7	30,0	1,2436
42	38,2	33,9	1146,6	29,6	1,0182
37	33,5	29,3	881,8	28,6	0,7374
32	28,8	24,8	651,7	26,9	0,4954
27	23,9	20,1	448,8	24,9	0,3000
22	19,8	16,1	308,0	22,4	0,1685
17	16,4	12,8	211,3	17,8	0,0779
12	11,9	8,3	111,3	11,2	0,0254
7	5,6	4,3	24,6	7,2	0,0046
2	2,6	2,0	5,3	3,1	0,0006

Tabelle Nr. 7

Ergebnisse der Stammanalysen (Stamm 2)

Alter	BHD m.R. (cm)	BHD o.R. (cm)	Kreisfläche m.R. (cm^2)	Baum-Höhe (m)	Volumen o.R. (m^3)
119	87,8	81,9	6057,0	42,6	7,8602
114	85,2	79,4	5703,5	42,1	7, 3495
109	82,3	76,6	5329,9	41,2	6,7632
104	78,1	72,5	4792,5	40,7	6,1045
99	75,3	69,8	4455,1	39,1	5,5894
94	72,0	66,6	4073,2	38,3	5,0620
89	67,8	62,5	3611,8	37,6	4,4777
84	66,1	60,9	3432,9	37,1	4,1569
79	63,8	58,7	3198,2	36,7	3,7718
74	61,9	56,8	3010,5	36,5	3,4986
69	59,5	54,5	2781,6	36,2	3,1820
64	56,4	51,5	2499,3	35,7	2,8326
59	53,0	48,2	2207,1	34,9	2,4893
54	49,8	45,1	1948,6	34,1	2,1987
49	46,6	42,0	1705,5	32,5	1,9366
44	43,9	39,4	1514,2	31,3	1,7100
39	41,0	36,6	1320,8	30,8	1,4476
34	37,5	33,2	1104,9	29,8	1,1494
29	33,9	29,7	902, 9	28,7	0,9476
24	30,0	26,6	707,1	25,9	0,6684
19	26,1	22,2	535,2	24,3	0,4376
14	19,9	16,2	311,1	22,4	0,1953
9	13,6	10,1	145,3	16,4	0,0529
4	3,5	2,7	9,6	8,5	0,0140

Tabelle Nr. 8

Ergebnisse der Stammanalysen (Stamm 3)

Alter	BHD m.R. (cm)	BHD o. R. (cm)	Kreis-fläche m. R. (cm^2)	Baum-Höhe (m)	Volumen o.R. (m^3)
113	77,9	72,3	4768,0	40,2	5,3978
108	75,0	69,5	4419,7	39,4	4,9372
103	72,3	66,9	4107,2	38,6	4,5377
98	69,1	63,8	3751,6	37,8	4,1233
93	66,6	61,4	3485,1	37,0	3,6083
88	63,4	58,3	3158,2	36,3	3,4268
83	59,9	54,9	2819,2	35,5	3,0003
78	57,5	52,6	2597,8	34,7	2,7432
73	55,5	50,6	2420,2	34,2	2,4752
68	53,7	48,9	2265,8	33,7	2,2577
63	51,5	46,8	2083,9	32,4	2,0194
58	48,7	44,1	1863,5	31,5	1,7607
53	45,4	40,9	1619,5	31,1	1,4792
48	42,9	38,4	1446,0	30,5	1,2606
43	39,7	35,3	1238,4	29,3	1,0216
38	36,2	32,0	1129,2	27,9	0,8075
33	31,4	27,3	979,5	24,3	0,5536
28	27,4	23,4	589,9	20,0	0,3883
23	24,0	20,2	452,6	19,2	0,2723
18	20,7	17,0	336,7	18,1	0,1755
13	17,7	14,1	246,2	16,8	0,0447
8	13,7	10,2	147,5	13,0	0,0280
3	8,7	6,7	59,5	6,7	0,0112

Tabelle Nr. 9

Ergebnisse der Stammanalysen (Stamm 4)

Alter	BHD m.R. (cm)	BHD o.R. (cm)	Kreisfl. m.R. (cm^2)	Baum-Höhe (m)	Volumen o.R. (m^3)
126	52,4	47,6	2157,4	27,0	2,1053
121	51,2	46,5	2059,7	26,8	2,0092
116	50,0	45,3	1964,3	26,5	1,9316
111	48,4	43,8	1840,6	26,2	1,7949
106	47,4	42,8	1765,3	26,0	1,6953
101	46,7	42,1	1713,6	25,8	1,5943
96	45,1	40,6	1598,1	25,6	1,5101
91	44,4	39,9	1548,9	25,0	1,4196
86	43,4	38,9	1479,9	24,7	1,3311
81	41,6	37,2	1359,7	24,4	1,2075
76	39,9	35,5	1250,9	24,1	1,0760
71	37,8	33,5	1122,7	23,6	0,9482
66	36,2	32,0	1029,6	22,5	0,8387
61	34,7	30,5	946,1	21,7	0,7547
56	32,4	28,3	824,8	20,8	0,6514
51	28,4	24,4	633,7	20,0	0,4928
46	23,8	20,0	445,1	19,3	0,3463
41	21,1	17,3	349,8	18,3	0,2367
36	18,9	15,2	280,7	17,4	0,1672
31	15,3	11,7	183,9	16,7	0,1014
26	13,1	9,6	134,8	15,8	0,0585
21	11,0	7,6	95,1	13,3	0,0332
16	8,2	6,3	52,8	12,5	0,0202
11	6,3	4,8	31,2	8,8	0,0083
6	3,9	3,0	11,9	5,0	0,0024
1	1,6	1,2	2,0	3,0	0,0002

Tabelle Nr. 10

Ergebnisse der Stammanalysen (Stamm 5)

Alter	BHD m.R. (cm)	BHD o.R. (cm)	Kreisfläche m.R. (cm^2)	Baumhöhe (m)	Volumen o.R. (m^3)
105	48,2	43,6	1824,7	28,1	1,6715
100	47,4	42,8	1764,6	27,8	1,5911
95	46,4	41,8	1690,9	27,5	1,5129
90	44,7	40,2	1569,3	27,1	1,3692
85	42,8	38,3	1438,7	26,8	1,2453
80	41,8	37,4	1372,3	26,5	1,1575
75	40,3	35,9	1275,6	26,2	1,0598
70	38,9	34,6	1188,5	25,9	0,9689
65	36,2	32,0	1029,2	25,6	0,8421
60	34,9	30,7	956,6	24,7	0,7517
55	32,8	28,7	845,0	24,1	0,6447
50	30,1	26,1	759,6	23,3	0,5212
45	27,2	23,2	581,1	22,6	0,4004
40	23,0	19,2	415,5	21,8	0,2622
35	20,1	16,4	317,3	20,0	0,1796
30	17,4	13,8	237,8	18,0	0,1067
25	14,1	10,6	156,2	15,0	0,0528
20	11,2	7,8	98,5	9,0	0,0190
15	5,6	4,3	24,6	6,3	0,0043
10	4,4	3,4	15,2	5,5	0,0023
5	2,3	1,7	4,2	4,8	0,0006

Tabelle Nr. 11

Ergebnisse der Stammanalysen (Stamm 6)

Alter	BHD m.R. (cm)	BHD o.R. (cm)	Kreisfläche m.R. (cm^2)	Baum-Höhe (m)	Volumen o.R. (m^3)
104	38,7	34,4	1176,3	25,7	1,0415
99	37,3	33,0	1092,7	25,3	0,9578
94	35,8	31,6	1006,6	25,0	0,8790
89	33,8	29,6	897,3	24,6	0,7684
84	32,3	28,2	819,4	24,3	0,6759
79	31,1	27,0	759,6	24,0	0,6052
74	30,0	26,0	706,9	23,1	0,5509
69	28,6	24,6	642,4	22,7	0,4760
64	27,2	23,2	581,1	22,2	0,4202
59	26,1	22,2	535,0	21,8	0,3708
54	24,9	21,0	487,0	20,9	0,3126
49	23,4	19,6	430,1	20,5	0,2593
44	21,2	17,4	353,0	19,9	0,1846
39	18,5	14,8	268,8	19,2	0,1214
34	16,2	12,6	206,1	18,4	0,0850
29	14,7	11,2	169,7	16,4	0,0580
24	12,7	9,2	126,7	11,0	0,0295
19	8,5	6,6	56,7	8,0	0,0109
14	6,0	4,6	28,3	4,0	0,0042
9	4,2	3,2	13,9	3,0	0,0016
4	2,4	1,8	4,5	2,0	0,0006

Tabelle Nr. 12

Teak-Log-Tarif

Wannergewicht	Volumen m^3 (Hoppus)				
	1.Log	2.Log	3.Log	4.Log	5.Log
3	0,177	-	-	-	-
4	0,250	0,431	0,555	-	-
5	0,323	0,556	0,727	0,833	-
6	0,396	0,683	0,898	1,041	1,111
7	0,469	0,808	1,069	1,248	1,347
8	0,542	0,935	1,240	1,457	1,584
9	0,615	1,061	1,411	1,664	1,820
10	0,688	1,187	1,582	1,872	2,056
11	0,761	1,314	1,753	2,080	2,293
12	0,834	1,439	1,924	2,287	2,528
13	0,884	1,566	2,095	2,495	2,765
14	0,981	1,692	2,267	2,703	3,001
15	1,054	1,818	2,438	2,911	3,237
16	1,127	1,945	2,609	3,118	3,474
17	1,200	2,070	2,780	3,327	3,710
18	1,273	2,197	2,951	3,534	3,946
19	1,346	2,323	3,122	3,743	4,182
20	1,419	2,449	3,293	3,950	4,419
21	1,492	2,576	3,464	4,079	4,655
22	1,570	2,702	3,635	4,365	4,891
23	1,638	2,828	3,807	4,573	5,127
24	1,711	2,954	3,977	4,781	5,363
25	1,784	3,080	4,148	4,988	5,600
26	1,857	3,206	4,320	5,197	5,836
27	1,930	3,333	4,491	5,404	6,073
28	2,004	3,459	4,662	6,511	6,308
29	2,077	3,585	4,833	5,820	6,545
30	2,150	3,711	5,004	6,027	6,781

Die Gleichungen des Teak-Log-Tarifs:

$V_{L1} = -0,05373 + 3,72008\ G$ $\quad V_{L4} = -0,26204 + 10,57818\ G$

$V_{L2} = -0,09457 + 6,42464\ G$ $\quad V_{L5} = -0,38867 + 12,02716\ G.$

$V_{L3} = -0,16400 + 8,71067\ G$

Diese Gleichungen beziehen sich auf m^3 "solid volume". Um zur oben benutzten Maßeinheit m^3 (Hoppus) zu gelangen, ist eine Multiplikation der Funktionswerte mit 0,7857 erforderlich.

Tabelle 12b

Durchschnittliche Log-Anzahl pro Wanner-Gewichtsklasse

(Ergebnis der thailändischen Großrauminventur und Grundlage zur Konstruktion des "Teak-Tarifs 1957" von Loetsch)

Wanner-gewicht in 1,3 m	Anzahl der beurteilten Bäume	durchschn. Log-Anzahl	Wanner-gewicht in 1,3 m	Anzahl der beurteilten Bäume	durchschn. Log-Anzahl	Wanner-gewicht in 1,3 m	Anzahl der beurteilten Bäume	durchschn. Log-Anzahl
3	763	1,34	20	32	2,78	37	1	1,00
4	854	1,72	21	21	3,10	38	-	-
5	771	2,05	22	18	3,17	39	4	3,00
6	649	2,29	23	14	3,00	40	-	-
7	507	2,36	24	11	2,91	41	1	4,00
8	460	2,46	25	13	3,00	42	-	-
9	343	2,63	26	8	3,50	43	1	3,00
10	271	2,68	27	20	2,90	44	2	3,00
11	206	2,77	28	9	3,11	45	1	3,00
12	113	2,72	29	3	2,67	50	1	3,00
13	109	2,83	30	2	3,00	52	1	3,00
14	84	2,77	31	3	3,33	62	1	3,00
15	106	3,02	32	2	3,50	63	1	2,00
16	33	2,91	33	4	2,22	65	1	2,00
17	50	2,82	34	1	5,00	66	2	3,00
18	41	2,88	35	1	4,00	70	1	3,00
19	27	2,89	36	-	-	73	1	5,00
						81	1	2,00

Tabelle Nr. 12c

Teaktarif 1957, Masse, Steigungsfaktoren und Zuwachskoeffizienten

Wanner-Gewicht in 1,3 m	Masse in m^3 (Hoppus)	Steigungs-faktor	Zuwachs-koeffizient	Wanner-Gewicht in 1,3 m	Masse in m^3 (Hoppus)	Steigungs-faktor	Zuwachs-koeffizient
3	0,238	0,0642	9,48	27	3,963	0,0642	1,61
4	0,393	"	6,53	28	4,118	"	1,57
5	0,548	"	5,20	29	4,273	"	1,54
6	0,703	"	4,41	30	4,429	"	1,51
7	0,858	"	3,88	31	4,584	"	1,48
8	1,013	"	3,50	32	4,739	"	1,46
9	1,168	"	3,21	33	4,894	"	1,43
10	1,323	"	2,98	34	5,049	"	1,40
11	1,478	"	2,79	35	5,205	"	1,37
12	1,633	"	2,63	36	5,360	"	1,35
13	1,788	"	2,50	37	5,515	"	1,33
14	1,943	"	2,38	38	5,670	"	1,31
15	2,098	"	2,28	39	5,825	"	1,29
16	2,253	"	2,19	40	5,981	"	1,27
17	2,411	"	2,11	41	6,136	"	1,26
18	2,566	"	2,04	42	6,291	"	1,25
19	2,721	"	1,97	43	6,446	"	1,23
20	2,876	"	1,91	44	6,601	"	1,21
21	3,032	"	1,85	45	6,757	"	1,20
22	3,187	"	1,81	46	6,912	"	1,18
23	3,342	"	1,76	47	7,067	"	1,17
24	3,497	"	1,72	48	7,222	"	1,16
25	3,652	"	1,68	49	7,377	"	1,15
26	3,808	"	1,65	50	7,533	"	1,14

Tabelle Nr. 13

Vergleich der Schätzungen aus der Inventur des Mae Panwaldes und Mae Sai Kam-Waldes 1955 mit Log-Tarif.

Ø-kl.	Ø (cm)	MAE PAN 1955		Masse v.Tarif m^3(Hoppus)	Unterschied in Prozent	MAE SAI KAM 1955		Masse v.Tarif m^3(Hoppus)	Unterschied in Prozent
		durchschn. Loganzahl/Baum	durchschn. Masse/Baum m^3(Hoppus)			durchschn. Loganzahl/Baum	durchschn. Masse/Baum m^3(Hoppus)		
3	33,5	2,48	0,5674	0,4255	+33,0	2,78	0,5828	0,4549	+28,3
4	43,5	3,01	0,9426	0,8880	+ 6,2	3,33	1,0064	0,9408	+ 6,9
5	53,5	3,43	1,5350	1,5279	+ 0,5	3,79	1,5674	1,6130	- 2,5
6	63,5	3,80	2,1761	2,3614	- 7,8	4,00	2,1655	2,4210	-10,5
7	73,5	3,92	2,9741	3,2265	- 7,8	4,13	2,9932	3,3215	- 9,9
8	82,5	3,72	3,6820	4,0518	- 9,1	4,11	3,8267	4,2937	-10,8
9	92,5	4,08	5,1716	5,4312	- 4,8	3,89	4,9316	5,2781	- 6,6

Tabelle Nr. 15

Durchmesser-, Umfangs- und Kreisflächenwerte (unkorrigiert und korrigiert) von Teak (nach Wolff von Wülfing*)

Ø cm	+) Umfang cm	Kreisfläche cm^2	Ø cm.	++) Umfang cm	Kreisfläche cm^2	Ø cm	+) Umfang cm	Kreisfläche cm^2	Ø cm	++) Umfang cm	Kreisfläche cm^2
20	62,8	314	20,0	62,8	314						
21	66,0	346	21,0	66,0	345	61	191,6	2922	58,5	183,8	2689
22	69,1	380	22,0	69,1	379	62	194,8	3019	59,4	186,6	2771
23	72,3	415	23,0	72,3	414	63	197,9	3117	60,3	189,4	2854
24	75,4	452	24,0	75,4	451	64	201,1	3217	61,2	192,3	2939
25	78,5	491	24,9	78,2	489	65	204,2	3318	62,0	194,8	3024
26	81,7	531	25,9	81,4	529	66	207,3	3421	62,9	197,6	3110
27	84,8	573	26,9	84,5	570	67	210,5	3526	63,8	200,4	3197
28	88,0	616	27,9	87,7	612	68	213,6	3632	64,7	203,3	3285
29	91,1	661	28,9	90,8	656	69	216,8	3739	65,5	205,8	3374
30	94,2	707	29,9	93,9	701	70	219,9	3848	66,4	208,6	3464
31	97,4	755	30,9	97,1	748	71	223,1	3959	67,3	211,4	3556
32	100,5	804	31,8	99,9	795	72	226,2	4072	68,2	214,3	3649
33	103,7	855	32,8	103,0	844	73	229,3	4185	69,0	216,8	3741
34	106,8	908	33,8	106,2	895	74	232,5	4301	69,9	219,6	3836
35	110,0	962	34,7	109,0	946	75	235,6	4418	70,7	222,1	3931
36	113,1	1018	35,7	112,2	1000	76	238,8	4536	71,6	224,9	4027
37	116,2	1075	36,6	115,0	1053	77	241,9	4657	72,5	227,8	4125
38	119,4	1134	37,6	118,1	1109	78	245,0	4778	73,3	230,3	4222
39	122,5	1195	38,5	121,0	1165	79	248,2	4902	74,2	233,1	4322
40	125,7	1257	39,5	124,1	1223	80	251,3	5027	75,0	235,6	4423
41	128,8	1320	40,4	126,9	1281	81	254,5	5153	75,9	238,4	4524
42	131,9	1385	41,3	129,7	1341	82	257,6	5281	76,8	241,3	4627
43	135,1	1452	42,2	132,6	1402	83	260,8	5411	77,6	243,8	4732
44	138,2	1521	43,2	135,7	1465	84	263,9	5542	78,5	246,6	4837
45	141,4	1590	44,1	138,5	1527	85	267,0	5675	79,3	249,1	4944
46	144,5	1662	45,0	141,4	1592	86	270,2	5809	80,2	252,0	5051
47	147,7	1735	45,9	144,2	1657	87	273,3	5945	81,1	254,8	5160
48	150,8	1810	46,8	147,0	1724	88	276,5	6082	81,9	257,3	5269
49	153,9	1886	47,7	149,9	1791	89	279,6	6221	82,8	260,1	5380
50	157,1	1963	48,6	152,7	1859	90	282,7	6362	83,6	262,6	5493
51	160,2	2043	49,6	155,8	1929	91	285,9	6504	84,5	265,5	5607
52	163,4	2124	50,5	158,7	2000	92	289,0	6648	85,3	268,0	5721
53	166,5	2206	51,4	161,5	2072	93	292,2	6793	86,2	270,8	5837
54	169,6	2290	52,3	164,3	2145	94	295,3	6940	87,1	273,6	5954
55	172,8	2376	53,2	167,1	2220	95	298,5	7088	87,9	276,1	6072
56	175,9	2463	54,1	170,0	2295	96	301,6	7238	88,8	279,0	6191
57	179,1	2552	55,0	172,8	2372	97	304,7	7390	89,6	281,5	6312
58	182,2	2642	55,9	175,6	2450	98	307,9	7543	90,5	284,3	6434
59	185,4	2734	56,7	178,1	2528	99	311,0	7698	91,4	287,1	6556
60	188,5	2827	57,6	181,0	2608	100	314,2	7854	92,2	289,7	6680

*(90), Tab.XI, S.34-36.

+) unkorrigierte Werte

++) korrigierte Werte

Tabelle 16

Gegenüberstellung der aus Umfangsmessung und Planimetrierung gewonnenen Brusthöhenkreisflächen und Brusthöhendurchmesser der sechs analysierten Probestämme

Stamm Nr.	Umfangsmessung BHD in cm	Kreisfläche in cm^2	Prozentuale Unterschiede	Planimetrierung BHD in cm	Kreisfläche in cm^2
1	97,9	0,7527	+ 18,5	89,9	0,6350
2	105,4	0,8725	+ 44,1	87,8	0,6057
3	84,0	0,5542	+ 16,2	77,9	0,4768
4	54,7	0,2350	+ 9,1	52,4	0,2157
5	48,7	0,1863	+ 2,1	48,2	0,1825
6	39,8	0,1244	+ 5,8	38,7	0,117[illegible]

Tabelle 17

Durchmesserwerte von sechs Teakstämmen in verschiedenen Richtungen aufgrund von 1,2 und 3 Kluppungen in cm

MaE PAN Wald

a) Grundgesamtheit der Durchmesser von einer Kluppung mit einem Abstand von 15°.

Stamm Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	66,04	63,68	74,56	88,08	83,48	81,72	88,76	88,32	86,70	83,84	87,84	84,96
2	91,16	90,96	78,00	64,08	-	83,72	102,60	83,00	73,20	68,40	66,00	93,88
3	64,88	70,36	73,36	75,24	71,24	69,12	65,72	66,40	80,16	73,36	69,12	65,92
4	55,20	44,78	43,00	40,82	40,66	42,58	44,72	45,92	46,22	50,50	54,06	54,52
5	42,50	45,80	47,12	46,18	43,88	40,86	38,82	40,04	40,24	41,44	42,90	43,26
6	35,37	33,45	32,71	31,99	32,17	32,35	33,54	35,47	36,29	35,47	35,03	36,18

b) durchschnittliche Ø-Meßwerte von jeweils zwei Kluppungen, senkrecht zueinander, in einem Abstand von 90°.

Stamm Nr.	$\frac{1+7}{2}$	$\frac{2+8}{2}$	$\frac{3+9}{2}$	$\frac{4+10}{2}$	$\frac{5+11}{2}$	$\frac{6+12}{2}$
1	77,40	76,00	80,63	85,96	85,66	83,34
2	96,88	86,98	75,62	66,24	-	88,81
3	65,30	68,38	76,76	74,30	70,18	67,52
4	49,96	45,35	44,61	45,66	47,36	48,55
5	40,66	42,92	43,68	43,81	43,39	42,06
6	34,46	34,46	34,50	33,73	33,60	34,26

c) durchschnittliche Ø-Meßwerte von jeweils drei Kluppungen, untereinander, in einem Abstand von 60°.

Stamm Nr.	$\frac{1+5+9}{3}$	$\frac{2+6+10+}{3}$	$\frac{3+7+11}{3}$	$\frac{4+8+12}{3}$
1	78,74	76,41	83,72	87,12
2	82,20	81,03	82,20	80,32
3	72,09	70,95	69,40	69,19
4	47,36	45,95	47,26	47,09
5	42,21	42,70	42,95	43,16
6	34,61	33,76	33,76	34,55

Tabelle 18

Vorratsübersicht für die einzelnen Holzarten im Stratum 1 (mixed deciduous with Teak), 3161,7 ha.
(MAE PAN Wald)

Code	Holzarten	Bäume über 30 cm BHD: Stammzahl pro km²	Kreisfl. pro km² m²	Masse (Hoppus) m³ pro km²	%	durchschnittl. log-Zahl pro Baum	Bäume über Fällungsgrenze: Stammzahl pro km²	Kreisfl. pro km² m²	Masse (Hoppus) m³ pro km²	%	durchschnittl. log-Zahl pro Baum
63	Tectona grandis	2315	405,8	2048	66,8	2,18	156	71,6	472	34,2	3,30
52	Pterocarpus macrocarpus	110	26,8	154	5,0	2,10	34	14,1	89	6,4	2,70
	Holzartengruppe A) 200 - 250 cm	17	5,3	34	1,1	2,47	8	3,7	25	1,8	3,00
72	Xylia kerrii	227	37,6	191	6,2	1,85	172	32,7	173	12,5	2,00
39	Lagerstroemia calyculata	115	27,0	145	4,7	2,11	105	26,1	142	10,3	2,21
	Holzartengruppe B) 150 cm	162	29,8	163	5,3	1,99	127	26,6	151	10,9	2,18
49	Pentacme siamensis	55	9,6	46	1,6	1,77	55	9,6	46	3,3	1,77
	Holzartengruppe C) 100 cm	80	16,2	85	2,8	1,87	80	16,2	85	6,2	1,87
73	andere Holzarten	261	42,0	198	6,5	1,64	261	42,0	198	14,4	1,64
		3342	600,1	3064	100		998	242,6	1381	100	

Holzartengruppe A, Fällungsgrenze 200-250 cm, enthält die Holzarten mit Code: 7, 35, 42, 52, 56 (entspr. Tab. 1)

" B, " 150 cm, " " " " " : 4, 9, 12, 17, 18, 19, 23, 41, 44, 53, 54, 55, 57, 60, 61, 64.

" C, " 100 " , " " " " " : 2, 5, 6, 8, 11, 15, 25, 26, 31, 37, 38, 43, 48, 59, 70, 71.

Tabelle 19

Vorratsbericht für die einzelnen Holzarten im Stratum 2 (mixed deciduous without Teak), 1256,1 ha.

(KAE PAN Kelu)

Code	Holzarten	Bäume über 30 cm BHD					Bäume über Fällungsgrenze				
		Stammzahl pro km²	Kreisfl. pro km²	Masse (Hoppus)m³ pro km²	%	durchschnittl. log-Zahl pro Baum	Stammzahl pro km²	Kreisfl. pro km²	Masse (Hoppus)m³ pro km²	%	durchschnittl. log-Zahl pro Baum
52	Pterocarpus macrocarpus	136	32,5	184	8,8	2,21	36	14,9 m²	90	4,6	2,63
3	Afzelia xylocarpa	48	21,9	128	6,1	2,77	39	20,0	120	6,2	3,00
67	Tetrameles nudiflora	21	10,5	70	3,3	2,95	12	8,8	60	3,1	3,36
	Holzartengruppe A) 200-250 cm	11	4,6	30	1,4	3,10	2	0,2	14	0,7	3,50
39	Lagerstroemia calyculata	359	81,7	476	22,7	2,37	340	80,0	470	24,2	2,43
72	Xylia kerrii	424	70,9	357	17,0	1,90	359	64,8	337	17,4	2,03
60	Spondias spp.	48	11,9	78	3,7	2,81	46	11,6	77	4,0	2,88
33	Garuga pinnata	47	9,1	54	2,6	2,33	40	8,4	52	2,7	2,56
	Holzartengruppe B) 150 cm	98	19,6	110	5,2	2,24	88	18,7	107	5,5	2,35
37	Irvingia malayana	57	14,1	68	3,2	1,84	57	14,1	68	3,5	1,84
	Holzartengruppe C) 100 cm	81	14,5	71	3,4	1,85	81	14,5	71	3,6	1,85
73	andere Holzarten	646	100,5	476	22,7	1,71	646	100,5	476	24,5	1,71
		1976	391,8 m²	2102	100		1746	356,5 m²	1942	100	

Holzartengruppe A, Fällungsgrenze 200-250 cm, enthält die Holzarten mit Code: 27, 28, 35, 42 (entsprechend Tab. 1)

" B, " 150 cm, " " " " " : 9, 12, 18, 19, 22, 23, 29, 30, 44, 55, 57, 64, 66.

" C, " 100 " , " " " " " : 2, 5, 6, 11, 15, 25, 26, 31, 38, 43, 48, 49, 58, 70, 71.

Tabelle 20

Vorratsübersicht für die einzelnen Holzarten in den Straten 3 + 4 (semi and hill evergreen), 205,0 ha.

(LAE Para Wald)

Code	Holzarten	Bäume über 30 cm BHD					Bäume über Fällungsgrenze				
		Stammzahl pro km²	Kreisfl. pro km²	Masse (Hoppus) m³ pro km²	%	durchschnittl. log-Zahl pro Baum	Stammzahl pro km²	Kreisfl. pro km²	Masse (Hoppus) m³ pro km²	%	durchschnittl. log-Zahl pro Baum
27	Dipterocarpus alatus	55	27,9 m	270	10,9	4,00	34	20,7 m	220	9,8	4,20
28	Dipterocarpus costatus	34	13,1	108	4,4	3,80	7	32,7	31	1,4	4,00
67	Tetrameles nudiflora	69	20,7	117	4,7	2,70	48	16,9	90	4,0	2,71
3	Afzelia xylocarpa	41	13,6	85	3,4	2,50	41	13,6	85	3,8	2,50
7	Anisoptera glabra	14	8,4	59	2,4	3,00	14	8,4	59	2,6	3,00
35	Hopea odorata	28	16,9	132	5,4	2,50	14	13,1	107	4,8	2,50
	Holzartengruppe A) 200-250 cm	28	5,7	34	14	2,25	-	-	-	-	-
39	Lagerstroemia calyculata	55	20,7	106	4,3	2,63	55	20,7	106	4,7	2,63
54	Sandoricum indicum	55	14,0	93	3,8	3,00	48	13,3	89	3,9	3,14
44	Mesua ferrea	131	22,1	116	4,7	2,00	103	19,5	107	4,8	2,20
	Holzartengruppe B) 150 cm	76	14,3	91	3,7	2,45	76	14,3	91	4,1	2,45
8	Anogeissus acuminata	69	13,1	86	3,5	2,90	69	13,1	86	3,8	2,90
	Holzartengruppe C) 100 cm	14	7,2	37	1,5	3,00	14	7,2	37	1,7	3,00
73	andere Holzarten	1124	209,8	1133	45,9	2,05	1124	209,8	1133	50,6	2,05
		1793	407,5 m²	2467	100		1647	403,3 m²	2241	100	

Holzartengruppe A, Fällungsgrenze 200 - 250 cm, enthält die Holzarten mit Code: 42, 56 (entspr. Tab. 1).
" B, " 150 cm, " " " " " : 12, 17, 33, 41, 60, 72.
" C, " 100 " , " " " " " : 5, 25, 31, 37, 70.

Tabelle 21

Vorratsübersicht für die einzelnen Holzarten in den Straten 6, 7 + 8 (dry dipterocarp), 1232,0 ha.

(MAE PAN Wald)

Code	Holzarten	Bäume über 30 cm BHD					Bäume über Fällungsgrenze				
		Stammzahl pro km²	Kreisfl. pro km²	Masse (Hoppus) m³ pro km²	%	durchschnittl. log-Zahl pro Baum	Stammzahl pro km²	Kreisfl. pro km²	Masse (Hoppus) m³ pro km²	%	durchschnittl. log-Zahl pro Baum
	Holzartengruppe A) 200-250 cm	4	0,7 m²	4	0,3	2,00	-	- m²	-	-	-
30	Dipterocarpus tuberculatus	228	31,4	146	11,3	1,76	150	24,4	124	9,9	2,02
29	Dipterocarpus obtusifolia	127	17,7	86	6,7	1,86	86	14,0	74	5,9	2,18
	Holzartengruppe B) 150 cm	74	11,5	60	4,6	1,93	57	9,9	55	4,4	2,15
49	Pentacme siamensis	895	123,0	503	38,9	1,43	895	123,0	503	40,2	1,43
58	Shorea obtusa	981	119,0	466	36,0	1,41	981	119,0	466	37,3	1,41
	Holzartengruppe C) 100 cm	32	3,6	10	0,8	1,09	52	3,6	10	0,8	1,09
73	andere Holzarten	39	5,2	18	1,4	1,21	39	5,2	18	1,5	1,21
		2380	312,1 m²	1293	100		2240	299,1 m²	1250	100	

Holzartengruppe A, Fällungsgrenze 200-250 cm, enthält die Holzarten mit Code: 52 (entsprechend Tab. 1).

" B, " 150 cm, " " " " " : 12, 39, 53, 57, 60, 64, 65, 66, 72.

" C, " 100 " , " " " " " : 2, 25, 27, 43.

Tabelle 22

Vorratsübersicht über die einzelnen Holzarten in allen Straten (5.854,8 ha) MAE PAN Wald

Code	Holzarten	Bäume über 30 cm BHD			Bäume üb. Fällungsgrenze		
		Stammzahl	Masse m^3(Hoppus)	%	Stammzahl	Masse m^3(Hoppus)	%
63	Tectona grandis	73 786	65 183	46,0	10 598	25 046	26,5
39	Lagerstroemia calyculata	8 350	10 835	7,6	7 800	10 675	11,2
72	Xylia kerrii	12 660	10 649	7,5	10 089	9 843	10,3
52	Pterocarpus macrocarpus	5 228	7 213	5,1	1 540	3 959	4,1
49	Pentacme siamensis	10 668	6 640	4,7	10 668	6 640	6,9
58	Shorea obtusa	10 442	5 115	3,6	10 442	5 115	5,3
3	Afzelia xylocarpa	918	2 377	1,7	777	2 234	2,3
30	Dipterocarpus tuberculatus	2 784	1 851	1,3	1 837	1 616	1,7
65	Terminalia mucronata	1 399	1 682	1,2	1 300	1 647	1,7
67	Terminalia nudiflora	579	1 264	0,9	268	964	1,0
66	Terminalia tomentosa	1 526	1 257	0,9	1 159	1 134	1, 2
33	Garuga pinnata	1 116	1 096	0,8	933	1 042	1,1
29	Dipterocarpus obtusifolius	1 371	941	0,7	947	820	0,9
27 28)	Dipterocarpus spp.	240	920	0,6	85	515	0,5
	Holzartengruppe A	579	1 234	0,8	170	823	0,9
	Holzartengruppe B	3 560	4 014	2,8	2 897	3 696	3,9
	Holzartengruppe C	4 437	4 687	3,3	4 437	4 687	4,9
73	andere Holzarten	19 231	14 871	10,5	19 231	14 871	15,6
		158 874	141 829	100	85 178	95 327	100

Holzartengruppe A, Fällungsgrenze 200-250 cm Umfang, enthält die Holzarten mit Code: 7, 35, 42, 52, 56 (entspr. Tab. 1).

Holzartengruppe B, Fällungsgrenze 150 cm Umfang, enthält die Holzarten mit Code: 4, 9, 12, 17, 18, 19, 23, 41, 44, 53, 54, 55, 57, 60, 61, 64.

Holzartengruppe C, Fällungsgrenze 100 cm Umfang, enthält die Holzarten mit Code: 2, 5, 6, 8, 11, 15, 25, 26, 31, 37, 38, 43, 48, 59, 70, 71.

Tabelle 23

Aufteilung der Stammzahl pro km^2 und der Masse in m^3 (Hoppus) auf die einzelnen Durchmesserklassen im Stratum 1 (mixed deciduous with Teak); Aufnahmefläche 223,8 ha.

Ø-kl.	Stammzahl pro km^2	Kreisfläche m^2 pro km^2	Volume/km^2 m^3 (Hoppus)
3	673,4	60,40	198,20
4	926,7	135,68	613,91
5	382,9	84,75	449,29
6	176,5	53,34	314,03
7	106,8	42,91	272,99
8	31,3	16,26	107,98
9	13,9	8,66	60,23
10	2,2	1,74	10,78
11	1,3	1,52	15,71
12	0,4	0,54	4,56
	2315,4	405,80	2047,68

Tabelle Nr. 24

Aufteilung der Stammzahl pro km^2 und der Masse in m^3 (Hoppus) pro km^2 auf die einzelnen Durchmesserklassen in den Straten 1 und 2. MAE PAN Wald.

Ø-kl.	Pterocarpus macrocarpus(52)				Lagerstroemia calyculata(39)				Xylia kerrii (72)				andere Holzarten (73)			
	Stratum 1		Stratum 2		Stratum 1		Stratum 2		Stratum 1		Stratum 2		Stratum 1		Stratum 2	
	Stamm-zahl	Masse	Stamm-zahl	Masse	Stamm-zahl	Masse	Stamm-zahl	Masse	Stamm-zahl	Masse	Stamm-zahl	Masse	Stamm-zahl	Masse	Stamm-zahl	Masse
3	15,6	4,96	10,1	3,32	9,8	2,55	19,1	6,41	55,0	17,25	65,2	20,33	83,1	22,82	219,3	60,88
4	29,9	20,93	47,2	34,35	33,1	22,77	113,6	78,32	100,1	66,31	229,3	158,54	109,0	68,86	276,7	173,55
5	29,9	38,27	42,7	56,57	37,5	48,53	133,9	187,81	53,6	66,79	97,9	112,69	43,3	52,88	93,4	112,69
6	19,7	35,33	25,9	49,61	24,6	4 5,64	72,0	143,84	11,6	20,76	31,5	60,69	18,3	28,22	41,6	75,02
7	7,1	17,90	6,8	15,58	4,9	9,39	14,6	37,90	4,5	10,93	-	-	2,2	5,44	6,7	16,13
8	3,6	11,98	-	-	3,1	8,65	2,2	7,51	1,8	6,18	1,1	5,08	3,1	10,67	3,4	13,48
9	1,8	6,32	-	-	0,5	1,18	-	-	-	-	-	-	1,3	6,19	3,4	14,80
10	0,4	3,03	-	-	0,9	2,72	1,1	5,52	-	-	-	-	0,5	2,46	-	-
11	1,3	10,67	1,1	10,93	0,9	3,33	2,2	9,06	0,4	2,37	-	-	-	-	1,1	9,51
12	0,4	4,12	2,2	14,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ges.	109,7	153,51	136,0	184,50	115,3	144,76	358,7	476,37	227,0	190,59	424,0	357,29	260,8	197,54	645,6	476,05

Tabelle Nr. 25

Übersicht über Stammzahl, Kreisfläche (als Summe der Wannergewichte in Brusthöhe) und Masse (als Summe der Wannergewichte der einzelnen Logs: "s.o.w.o.l.") von Teak in den einzelnen Aufnahmelinien (strips) MAE PAN Wald.

Linien-Nr.	Probe-anzahl	Teak, BHD > 30 cm			Teak, BHD > Fällungsgrenze		
		Stamm-zahl	Kreisfl.in Wannergew.	s.o.w.o.l.	Stamm-zahl	Kreisfl.in Wannergew.	s.o.w.o.l.
1	2	-	-	-	-	-	-
2	3	6	33	205	-	-	-
3	5	4	44	556	1	18	205
4	5	2	18	271	-	-	-
5	7	5	27	234	-	-	-
6	19	33	240	3120	1	18	337
7	23	23	226	3064	4	67	1051
8	35	50	388	5127	4	73	1280
9	29	34	353	5404	8	148	2513
10	28	21	215	2857	5	101	1481
11	22	16	159	2556	4	74	1359
12	35	53	377	5170	2	33	622
13	39	46	427	6392	5	105	1319
14	42	28	219	2638	2	31	509
15	50	57	572	7428	7	131	2033
16	57	58	581	7718	11	209	3244
17	74	71	681	9962	8	205	3826
18	80	99	727	9317	7	113	1918
19	71	57	471	6837	6	112	2008
20	72	73	590	7597	9	188	3072
21	70	95	693	9204	9	164	2915
22	86	107	959	13180	16	285	4801
23	73	56	502	7370	7	133	2290
24	67	92	827	13302	15	345	6854
25	75	119	697	8677	5	75	1358
26	74	87	635	7145	4	80	1265
27	80	93	807	12507	10	180	3126
28	58	89	769	11592	15	276	4910
29	64	75	530	6409	8	135	2168
30	57	65	466	6135	5	89	1178
31	47	52	360	4854	2	35	662
32	41	52	367	5542	-	-	-
33	44	71	441	5436	4	60	936
34	63	83	693	10091	12	225	4056
35	71	66	423	4603	4	67	978
36	63	48	382	5250	5	83	1399
37	73	84	455	5893	2	31	582
38	70	98	552	6974	5	75	1364
39	69	75	640	8841	5	183	3912
40	61	71	502	5592	8	135	1902
41	78	62	552	4377	-	-	-
42	61	77	406	4945	-	-	-
43	28	18	87	898	-	-	-
44	50	56	452	6450	11	197	3300
45	40	37	266	3054	5	83	1174
46	43	45	329	4585	3	46	769
47	25	33	293	2190	1	22	421
48	25	24	156	1616	-	-	-
49	44	45	329	4211	1	22	349
50	37	46	339	3259	4	70	1091
51	32	25	136	1604	-	-	-
52	26	29	144	1575	-	-	-
53	2	1	4	43	-	-	-
54	14	13	74	937	-	-	-
55	11	16	93	964	-	-	-

Fortsetzung Tab. 25

Linien Nr.	Probe-anzahl	Teak, BHD > 30 cm			Teak, BHD > Fällungsgrenze		
		Stamm-zahl	Kreisfl.in Wannergew.	s.o.w.o.l.	Stamm-zahl	Kreisfl.in Wannergew.	s.o.w.o.l.
56	-	-	-	-	-	-	-
57	-	-	-	-	-	-	-
58	-	-	-	-	-	-	-
59	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-
61	-	-	-	-	-	-	-
62	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-
64	-	-	-	-	-	-	-
65	2	-	-	-	-	-	-
66	9	12	64	785	-	-	-
67	6	8	42	442	-	-	-
68	8	8	51	610	-	-	-
69	22	29	155	1648	-	-	-
70	27	58	344	4558	-	-	-
71	40	57	365	4448	-	-	-
72	62	100	588	7045	1	15	234
73	55	94	825	10969	17	291	4437
74	41	62	435	4954	5	81	1204
75	46	61	439	6249	4	64	1154
76	36	43	255	2963	-	-	-
77	57	100	627	8106	-	-	-
78	59	66	453	5260	4	68	1001
79	72	81	671	8417	9	187	2698
80	60	71	447	4911	5	79	1175
81	68	85	542	6687	1	15	234
82	99	128	751	9222	1	16	301
83	62	81	799	11942	20	381	6623
84	66	93	656	7620	3	54	950
85	66	89	588	7892	4	60	874
86	70	78	477	5879	-	-	-
87	83	105	565	6374	-	-	-
88	63	73	429	5245	3	50	846
89	65	81	501	6285	3	55	866
90	64	94	502	5468	1	15	281
91	53	63	421	4969	2	51	534
92	70	79	452	5211	4	60	983
93	60	87	461	5613	1	15	281
94	58	75	464	5100	-	-	-
95	47	54	384	4378	6	111	1628
96	15	15	84	833	-	-	-
97	22	15	118	1606	-	-	-
98	25	5	27	293	-	-	-
99	20	16	84	944	-	-	-
100	19	18	123	1321	-	-	-
101	19	15	83	911	-	-	-
102	15	6	33	359	-	-	-
103	10	4	14	102	-	-	-
104	18	8	82	1425	3	64	1317
105	10	10	62	816	-	-	-
106	15	20	127	1546	1	15	172
107	12	4	18	180	-	-	-
108	12	3	13	139	-	-	-
109	14	9	41	448	-	-	-
110	12	26	169	2167	1	19	361
111	16	30	138	1554	-	-	-
112	26	26	124	1229	-	-	-
113	30	18	88	649	-	-	-
114	19	3	15	149	-	-	-
115	11	6	28	313	-	-	-
116	17	4	16	144	-	-	-
117	8	5	23	209	-	-	-
117	4476	5222	36694	469074	349	6488	108691

Tabelle 25a

Die Genauigkeit des Teakvorrates innerhalb des Stratums 1

	Anzahl der Linien (N)	Summe der Flächengewichte (Gesamtaufnahmefläche in ha) ΣW	Mittelwert (M)	Variationskoeffizient s%	Fehlerprozent S%	Mittlerer Fehler bei einer Wahrscheinlichkeit von 95 % t·S	t·S%
Stammzahl > 30 cm BHD	117	223,80	23,33	± 26,49	± 2,45	± 1,1	± 4,8
Wannergewicht in Brusthöhe (Kreisfläche) > 30 cm BHD	117	223,80	163,96	± 32,60	± 3,01	± 9,7	± 5,9
Wannergewichtssumme der Logs (s.o.w.o.l.) > 30 cm BHD	117	223,80	209,60	± 48,20	± 4,45	±18,2	± 8,8
Stammzahl > Fällungsgrenze	117	223,80	1,56	±116,70	±10,80	± 0,3	±21,2
Wannergewicht in Brusthöhe (Kreisfläche) > Fällungsgrenze	117	223,80	28,99	±121,66	±11,25	± 6,4	±22,1
Wannergewichtssumme der Logs (s.o.w.o.l.) > Fällungsgrenze	117	223,80	48,57	±128,77	±11,90	±11,3	±23,3

Tabelle Nr. 26

Berechnung des mittleren Teak-Durchmesserzuwachses und seiner Genauigkeit für die einzelnen Durchmesserklassen aus Bohrspänen (die t-Werte beziehen sich auf eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 5 %). FAE FAN Wald

	Durchmesserklassen in 5 cm-Stufen																	
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	85-90
N	1	16	39	71	89	121	136	142	162	159	165	142	112	71	35	25	10	3
$\bar{z}_r$	2,39	3,20	3,26	3,60	3,12	3,27	3,30	3,32	3,35	3,24	3,10	3,24	3,38	3,40	3,51	3,61	3,18	3,50
$\bar{z}_d$	4,78	6,40	6,52	7,20	6,24	6,54	6,60	6,64	6,70	6,48	6,70	6,48	6,76	6,80	7,02	7,22	6,36	7,00
$\sum x$	2,39	51,24	127,14	255,54	277,57	395,54	448,64	471,95	543,06	514,64	511,11	459,47	378,17	241,67	122,81	90,16	31,76	10,49
$\sum x^2$	5,71	256,94	503,03	1168,17	1236,92	1720,35	1855,06	1866,47	2203,19	1908,72	1915,05	1795,75	1436,19	1059,85	475,27	362,57	115,57	37,63
s	-	2,49	1,53	1,88	2,05	1,89	1,67	1,45	1,54	1,24	1,42	1,52	1,37	1,84	1,14	1,25	1,28	0,69
s%	-	27,8	46,9	52,2	65,7	57,8	50,6	43,7	46,0	38,3	45,8	46,9	40,5	54,1	32,5	34,6	39,6	19,7
S	-	0,62	0,24	0,22	0,22	0,17	0,14	0,12	0,12	0,10	0,11	0,13	0,13	0,22	0,19	0,25	0,41	0,40
tS %	-	41,3	15,0	12,2	14,1	10,4	8,5	7,2	7,2	5,9	7,1	8,0	7,7	12,9	11,1	14,4	29,2	36,4

$\sum x_i^2 = 19\,972{,}44 \qquad \bar{x} = 3{,}291$

$\sum x_i = 4\,933{,}35 \qquad N = 1\,499$

$$s^2 = \frac{1}{1498}\left(19\,972{,}44 - \frac{(4933)^2}{1499}\right)$$

$$= 2{,}494$$

$$s = 1{,}58$$

$$s\,\% = \frac{48}{}$$

$$S = 0{,}04$$

$$S\% = 1{,}24$$

$$tS\,\% = \frac{2{,}43}{}$$

Tabelle Nr. 27

Massenzuwachs von Teak im KWS PAN Wald

Wanner-gewicht	ø in m.	Rinden-faktor	Z_d m.R. in cm	Masse o.R. m^3(Hoppus)	Z_G%	Z_V%	Massen-zuwachs m^3(Hoppus)
3	0,309	1,1359	0,7476	1796,4	4,84	9,48	170,30
4	0,357	1,1221	0,7386	4493,4	4,14	6,53	293,42
5	0,399	1,1128	0,7324	6268,8	3,67	5,20	825,98
6	0,437	1,1059	0,7279	6770,2	3,33	4,41	298,57
7	0,472	1,1006	0,7244	6678,3	3,07	3,88	259,12
8	0,505	1,0962	0,7215	4510,5	2,86	3,50	157,87
9	0,535	1,0927	0,7192	5068,9	2,69	3,21	162,71
10	0,564	1,0859	0,7171	4552,7	2,54	2,98	135,67
11	0,592	1,0870	0,7155	3573,0	2,42	2,79	99,69
12	0,618	1,0846	0,7139	2617,0	2,31	2,63	68,83
13	0,643	1,0827	0,7126	1952,2	2,22	2,50	48,81
14	0,667	1,0810	0,7115	1892,2	2,13	2,38	45,03
15	0,691	1,0793	0,7104	3565,8	2,06	2,28	81,30
16	0,714	1,0779	0,7095	1725,1	1,99	2,19	37,78
17	0,736	1,0765	0,7086	1458,9	1,93	2,11	30,78
18	0,757	1,0753	0,7078	1846,5	1,87	2,04	37,67
19	0,778	1,0742	0,7070	663,9	1,82	1,97	13,08
20	0,798	1,0732	0,7064	919,4	1,77	1,91	17,56
21	0,818	1,0721	0,7057	575,9	1,73	1,85	10,65
22	0,837	1,0713	0,7051	958,0	1,68	1,81	17,34
23	0,856	1,0704	0,7045	416,9	1,65	1,76	7,34
24	0,874	1,0697	0,7041	490,5	1,61	1,72	8,44
25	0,892	1,0689	0,7035	656,0	1,58	1,68	11,02
26	0,910	1,0682	0,7031	126,5	1,55	1,64	2,07
27	0,927	1,0676	0,7027	344,1	1,52	1,61	5,54
28	0,944	1,0669	0,7022	273,0	1,49	1,57	4,29
29	0,961	1,0664	0,7019	-	1,46	1,54	-
30	0,977	1,0658	0,7015	79,9	1,44	1,51	1, 21
31	0,993	1,0654	0,7012	233,6	1,41	1,48	3,46
32	1,009	1,0648	0,7009	27,3	1,39	1,46	0,40
33	-	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-	-
38	1,107	1,0621	0,6991	144,3	1,26	1,31	1,89
39	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-	-
47	-	-	-	-	-	-	-
48	1,242	1,0590	0,6970	144,3	1,12	1,16	1,67
49	1,255	1,0587	0,6968	352,4	1,11	1,14	4,02
				65.175,9		3,63	2.363,51

Tabelle Nr. 28

Prozentuales Vorkommen bestimmter Bambusarten in einigen Waldtypen des MAE PAN Waldes.

Waldtyp	Fläche in ha	Prozentanteile der verschiedenen Bambusarten					
		ohne Bambus %	Mai Rai %	Mai Sang %	Mai Bong %	andere Bambusarten %	Summe %
Mixed deciduous with Teak)	3161,7	3,0	28,1	67,3	0,7	0,9	100
Mixed deciduous without Teak)	1256,1	1,0	29,0	68,6	0,7	0,7	100
Second Growth	195,0	26,0	64,5	-	0,4	9,1	100

Mai Rai = Oxytenanthera albociliata.

Mai Sang = Dentrocalamus spp.

Mai Bong = Bambusa tulda.

Tabelle Nr. 29

Grundmaterial zur Ermittlung der Beziehung zwischen Umfang in 0,3 m (Stockhöhe) und 1,3 m (Brusthöhe). MAE PAN Wald

Wannergewicht in 0,3 m	Durchschn. Umfang in 0,3 m	Durchschn. Umfang in 1,3 m	Stammzahl	Wannergewicht in 0,3 m	Durchschn. Umfang in 0,3 m	Durchschn. Umfang in 1,3 m	Stammzahl
4	-	-	-	28	296,6	221,6	14
5	127,8	106,8	4	29	302,1	225,3	8
6	137,5	107,5	2	30	306,4	238,9	16
7	150,2	127,0	9	31	311,5	238,9	11
8	158,5	125,0	2	32	318,0	233,1	11
9	170,2	137,8	5	33	322,0	244,3	10
10	177,5	143,0	4	34	325,8	251,8	8
11	188,5	147,0	4	35	332,1	244,6	10
12	193,8	148,8	4	36	335,0	243,5	2
13	201,7	159,4	7	37	341,2	259,7	15
14	208,0	162,0	2	38	346,0	250,0	5
15	218,5	181,3	4	39	350,8	254,2	5
16	225,8	181,0	5	40	355,0	269,1	9
17	229,4	185,9	7	41	360,3	268,8	4
18	236,4	193,5	8	42	363,8	268,0	5
19	244,8	195,3	4	43	367,7	247,0	3
20	251,1	199,7	20	44	371,7	252,7	3
21	257,0	200,7	22	45	376,0	344,3	3
22	263,8	206,7	10	46	380,0	287,0	1
23	268,3	208,4	16	47	383,3	271,7	3
24	274,2	220,1	17	48	390,0	293,0	2
25	279,9	210,9	15	49	391,0	285,0	1
26	286,1	217,4	22	50	395,0	280,0	1
27	290,8	222,0	16				

Tabelle Nr. 30

Hilfstafel zur Umformung von Umfang und Wannergewicht in 0,3 m (Stockhöhe) in Umfang bzw. Wannergewicht in 1,3 m (Brusthöhe).

Diese Tabelle wurde berechnet aus der Beziehung

$$U_{0,3\ m} = 26,39 + 0,66567\ U_{1,3\ m} \quad \text{(s. Tab. 29 und 31).}$$

W. G. in 0,3 m	W. G. in 1,3 m	Umfang in 0,3 m	Umfang in 1,3 m	Volumen nach Tarif m^3 (Hoppus) 1957	W. G. in 0,3 m	W. G. in 1,3 m	Umfang in 0,3 m	Umfang in 1,3 m	Volumen nach Tarif m^3 (Hoppus) 1957
W.G. = Wannergewicht									
					41	22,4	358,8	265,2	3,249
					42	22,9	363,2	268,2	3,326
3	2,8	96,6	90,7		43	23,4	367,5	271,0	3,404
4	3,5	111,7	100,8	0,315	44	23,8	371,7	273,8	3,466
5	3,9	125,1	109,7	0,362	45	24,3	375,9	276,6	3,544
6	4,4	137,0	117,6	0,455	46	24,8	380,0	279,4	3,621
7	5,0	148,0	124,9	0,548	47	25,3	384,1	282,1	3,699
8	5,5	158,4	131,8	0,625	48	25,8	388,2	284,8	3,777
9	6,1	168,0	138,2	0,718	49	26,3	392,3	287,5	3,854
10	6,6	177,1	144,3	0,796	50	26,8	396,2	290,1	3,932
11	7,2	185,9	150,1	0,889	51	27,2	400,1	292,7	3,994
12	7,7	194,0	155,5	0,966	52	27,7	404,0	295,3	4,072
13	8,2	201,9	160,8	1,044	53	28,3	408,0	298,0	4,165
14	8,8	209,6	165,9	1,137	54	28,7	411,9	300,6	4,227
15	9,3	216,9	170,8	1,214	55	29,2	415,6	303,1	4,304
16	9,8	224,0	175,5	1,292	56	29,7	419,4	305,6	4,382
17	10,3	231,0	180,2	1,369	57	30,2	423,0	308,0	4,460
18	10,8	237,7	184,6	1,447	58	30,7	426,6	310,4	4,537
19	11,4	244,1	188,9	1,540	59	31,2	430,4	312,9	4,615
20	11,9	250,4	193,1	1,617	60	31,6	434,0	315,3	4,677
21	12,4	256,7	197,3	1,695	61	32,1	437,6	317,7	4,754
22	12,9	262,8	201,3	1,772	62	32,6	441,3	320,2	4,832
23	13,4	268,6	205,2	1,850	63	33,0	444,6	322,4	4,894
24	13,9	274,4	209,0	1,927	64	33,5	448,0	324,6	4,972
25	14,4	280,1	212,9	2,005	65	34,0	451,6	327,0	5,049
26	14,9	285,6	216,5	2,082	66	34,5	455,1	329,3	5,127
27	15,4	291,1	220,2	2,160	67	35,0	458,5	331,6	5,205
28	15,9	296,4	223,7	2,237	68	35,5	462,0	333,9	5,282
29	16,5	301,8	227,3	2,330	69	36,0	465,5	336,3	5,360
30	16,9	306,9	230,7	2,392	70	36,5	468,9	338,5	5,437
31	17,4	312,0	234,1	2,473	71	36,9	472,2	340,7	5,499
32	17,9	317,0	237,4	2,550	72	37,4	475,5	342,9	5,577
33	18,4	321,9	240,7	2,628	73	37,9	478,8	345,1	5,655
34	18,9	326,6	243,8	2,706	74	38,4	482,1	347,3	5,732
35	19,4	331,5	247,1	2,783	75	38,9	485,4	349,5	5,810
36	19,9	336,2	250,2	2,861	76	39,3	488,5	351,6	5,872
37	20,4	340,7	253,2	2,938	77	39,8	491,7	353,7	5,950
38	20,9	345,5	256,4	3,016	78	40,3	494,8	255,8	6,027
39	21,4	350,0	259,4	3,094	79	40,8	498,0	357,9	6,105
40	21,9	354,4	262,3	3,171	80	41,3	501,1	360,0	6,182

Tabelle Nr. 31

Berechnung der Linienregression zwischen dem Umfang von 0,3 m und 1,3 m aus 359 gemessenen Teakbäumen (MAB PAN Wald)

$y = a + bx$

x = Wert des durchschn. Umfangs in 0,3 m Höhe

y = Wert des durchschn. Umfangs in 1,3 m Höhe

a, b = Konstanten.

$N = 46$

$\sum x = 13\,061{,}1$

$\sum x^2 = 3\,976\,289{,}45$

$\sum y = 9\,909{,}7$

$\sum y^2 = 2\,255\,869{,}05$

$\sum xy = 2\,991\,646{,}58$

$\bar{x} = 283{,}94 \qquad \bar{y} = 215{,}43$

$$b = \frac{\sum xy - \bar{y}\sum x}{x^2 - \bar{x}\sum x} = \frac{2991646{,}58 - 215{,}43 \cdot 13061{,}1}{3976289{,}45 - 283{,}94 \cdot 13061{,}1}$$

$$= \frac{177986{,}09}{267378{,}75} = 0{,}66567$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$= 215{,}4 - 0{,}66567 \cdot 283{,}94 = 26{,}39$$

x	a	bx	y
100	26,39	66,567	92,957
200		133,134	159,524
300		199,701	226,091
400		266,268	292,658

Tabelle Nr. 32

Teakvorrat 1957, legaler und illegaler Einschlag in den letzten 20 Jahren in den Durchmesserklassen 3 - 12 (MAE PAN Wald).

Ø-kl.	gesamter illegaler Einschlag der letzten 20 Jahre m^3 (Hoppus)	Einschlag pro Klasse in % des illegalen Einschlags	gesamter legaler Einschlag der letzten 20 Jahre m^3 (Hoppus)	Einschlag pro Klasse in % des legalen Einschlags	Vorrat 1957 m^3 (Hoppus)
3	369,48	3,3	28,83	0,6	6 289,8
4	3 149,37	27,9	217,56	4,4	19 717,3
5	4 975,47	44,3	1 042,86	21,0	14 132,1
6	1 618,22	14,3	1 502,91	30,3	10 034,4
7	732,77	6,5	909,43	18,3	8 516,3
8	252,37	2,2	628,23	12,7	3 534,2
9	166,18	1,5	320,98	6,5	1 890,1
10	-	-	221,67	4,5	340,8
11	-	-	84,07	1,7	144,3
12	-	-	-	-	496,7
	11 263,86	100	4 956,54	100	65 175,9

durchschnittlicher Gesamteinschlag pro Jahr 811,02 m^3

davon legal 247,83 m^3

illegal 563,19 m^3

Tabelle 33

Flächenanteil der Straten in ha (MAE PAN Wald)

Compartment	Straten 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Summe
1	299,5	19,1	1,4	-	-	-	10,6	24,0	18,4	11,3	6,4	2,1	392,8
2	239,4	72,1	-	-	-	-	54,4	5,7	19,1	0,7	16,2	9,2	416,8
3	130,2	156,1	42,4	-	-	-	11,3	2,8	-	-	-	-	642,8
4	360,9	57,9	-	-	-	-	60,8	9,2	38,1	18,4	22,6	6,4	574,3
5	300,2	276,9	128,6	17,0	-	-	36,7	3,5	1,4	-	-	-	764,3
6	149,8	339,8	8,5	-	-	-	55,8	5,7	21,2	6,4	8,5	7,8	603,5
7	366,6	50,2	0,7	-	-	-	272,7	24,7	14,1	12,7	21,9	4,9	768,5
8	190,0	137,8	6,4	-	-	-	267,0	66,4	-	-	-	-	667,6
9	362,4	36,7	-	-	-	-	55,1	9,9	20,5	13,4	43,8	6,4	548,2
10	325,7	105,3	-	-	-	0,7	141,3	24,0	29,7	14,1	32,5	-	673,3
11	137,0	4,2	-	-	-	-	58,6	31,1	32,5	26,8	442,2	8,5	740,9
	3161,7	1256,1	188,0	17,0	-	0,7	1024,3	207,0	195,0	103,8	594,1	45,3	6793,0

Tabelle 34

Vergleich einiger Inventurresultate der MAE PAN- und der Großrauminventur 1957.

(Die Werte für die 5 Provinzen wurden dem FAO-Report Nr. 895 von Loetsch (45) entnommen.)

Bäume mit BHD über 30 cm im Stratum 1		Stammzahl/km²					Masse in m³ (Hoppus)/km²				
		Gesamt	Teak	1*	2*	3*	Gesamt	Teak	1*	2*	3*
	5 Provinzen	3274	1078	138	113	287	3101	907	232	123	314
	MAE PAN	3342	2315	110	115	227	3064	2048	154	145	191
Bäume mit BHD über Fällungsgrenze im Stratum 1		**Stammzahl/km²**					**Masse in m³ (Hoppus)/km²**				
		Gesamt	Teak	1*	2*	3*	Gesamt	Teak	1*	2*	3*
	5 Provinzen	1382	70	47	91	219	1838	219	156	115	291
	MAE PAN	998	156	34	105	172	1381	472	89	142	173

	Prozentuale Flächenanteile der einzelnen Straten an der Gesamtfläche							
Straten	1	2	3+4	5	6+7+8	9+10	11+12	Gesamt
5 Provinzen	20,8	18,3	11,3	0,9	26,0	9,2	13,5	100
MAE PAN	46,5	18,5	3,1	-	18,1	4,5	9,3	100

1* = Pterocarpus macrocarpus; 2* = Lagerstroemia calyculata; 3* = Xylia kerrii.

Lebenslauf

Am 22. Oktober 1931 wurde ich, Chumni BOONYOBHAS, als Sohn des Steuerbeamten Boonsang Boonyobhas in Surathani (Süd-Thailand) geboren.

Nach 4 jährigem Besuch der Grundschule und 6 Jahren Realschule in Surathani bezog ich 1946 das Suankularp-College (Pre-University) in Bangkok, das ich 1948 mit der Abschlußprüfung in General Science (Abitur) verließ.

Im gleichen Jahr wurde ich in die Forestry School in Prae (Kasetsart University Bangkok) aufgenommen, wo ich 1952 das Diplom of Forestry erwarb.

Weitere berufliche Laufbahn: 1952 - 1953 Forstbeamter bei der Forest Division in Prae, 1953 - 1954 Forstverwalter bei der Forest Division in Nakornsawarn, 1954 - 1955 Forstbeamter in der Working Plan Division (Forsteinrichtung) des Royal Forest Department in Bangkok. Von März bis November 1955 wurde ich Professor Dr. Loetsch, der als FAO-Experte für tropische Waldinventuren in Thailand arbeitete, als Assistent zugeordnet.

Durch die dankenswerte Vermittlung von Professor Dr. Loetsch erhielt ich ein FAO-Stipendium zur Vertiefung meiner Kenntnisse der Verfahren der Waldinventur und wurde an folgenden Instituten ausgebildet: Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Abteilung für Waldinventur, Reinbek/Hamburg (7 Monate), Statens Skogsforsknings Institut in Stockholm (3 Monate), International Training Centre for Aerial Survey in Delft/Niederlande (1 Monat), Forest Research Institute in Dehra Dun, Indien (1 Monat).

Im November 1956 kehrte ich nach Bangkok zurück und war bis September 1957 als Assistent von Professor Dr. Loetsch tätig. Nach Abschluß der Inventurarbeiten in Thailand wurde ich auf Fürsprache von Professor Dr. F. Loetsch von der thailändischen Regierung für weitere Studien in Deutschland beurlaubt.

Als Stipendiat des Deutschen Akademischen Austauschdienstes absolvierte ich zunächst am Goethe-Institut in Bad Reichenhall einen zweimonatigen Sprachkursus. Vom WS 1957/58 bis SS 1961 war ich an der Universität Hamburg (Fachgebiet " Weltforstwirtschaft ") immatrikuliert. 1958 legte ich die Abschlußprüfung für den Ausbildungslehrgang " Weltforstwirtschaft " ab.